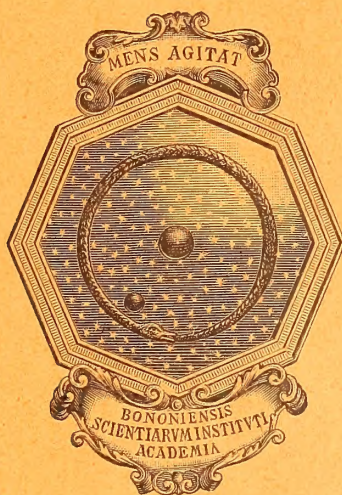
MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA

SERIE VI. – TOMO III.

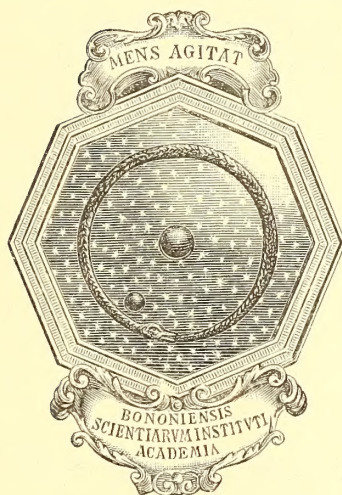
Fascicoli Primo e Secondo.

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1906

MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA

SERIE VI. — TOMO III.

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1906

Alcune indicazioni pratiche per la preparazione del siero antipneumonico

RICERCHE SPERIMENTALI

Prof. GUIDO TIZZONI = Dott. LUIGI PANICHI

(lette nella Sessione delli 12 Novembre 1905).

Nelle nostre precedenti ricerche (1) noi abbiamo dimostrato che si può preparare dal coniglio siero antipneumonico ad alto potere immunizzante e curativo, capace, cioè, di salvare l' animale nella proporzione di 0, 25 cm^3 p. Kgr., anche quando tale siero viene usato verso i $^2/_5$ della malattia e contro forme morbose che uccidono i controlli in 56 ore.

Dati questi fatti, che per efficacia e costanza erano di gran lunga superiori a quelli corrispondenti avuti dagli sperimentatori che ci hanno preceduto nella ricerca, era naturale e doveroso da parte nostra di approfittare delle favorevoli circostanze rilevate, per vedere se fosse possibile ottenere anche dai grossi animali siero altrettanto efficace e costante da servire con vantaggio nelle applicazioni pratiche sull' uomo, e quale fosse il metodo di vaccinazione che meglio corrispondesse a questo fine.

La seconda parte della questione doveva naturalmente essere studiata in precedenza; e per il numero grandissimo di esperienze che avrebbe richiesto doveva di necessità esser risoluta con ricerche eseguite sopra i piccoli animali da laboratorio, fra i quali accordammo la preferenza al coniglio, come quello che si mostra molto sensibile alla coltura dello pneumococco del Fränkel e per il quale molti dati ci erano già noti per i nostri studi precedenti.

Così noi ci proponemmo:

1° Di meglio determinare alcuni particolari nella tecnica della vaccinazione contro lo pneumococco del Fränkel per ricavarne siero dotato della maggiore attività;

2° Di sperimentare in pari modo sui grossi animali per vedere se fosse possibile ottenere da questi siero curativo ad alta potenza applicabile all' uomo;

3° Di confrontare le qualità e la potenza curativa del nostro siero con quelle dei sieri antipneumonici che oggi si trovano in commercio.

---

(1) Tizzoni e Panichi. *Vaccinazione, immunità e sieroterapia contro lo pneumococco del Fränkel.* Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. V. Tom. X, pag. 350.

In altro lavoro ci riserbiamo di riferire i risultati di altre esperienze che sono già in corso, dirette a determinare in qual modo e per quanto tempo il siero antipneumonico può conservare il suo potere curativo.

I.

Determinazione di alcuni più importanti particolari nella tecnica della vaccinazione contro lo pneumococco del Fränkel.

Nelle nostre precedenti ricerche noi abbiamo già accennato sommariamente ad alcune condizioni che ci permisero di ottenere dal coniglio eccellente materiale di studio, assai superiore a quello avuto dagli altri sperimentatori. Così fu da noi richiamata l' attenzione sulla bontà degli speciali substrati nutritivi delle nostre colture, sul metodo misto di vaccinazione (siero immunizzante e virus), come quello che è specialmente atto a determinare una buona immunità fondamentale, e sulla maggiore efficacia delle iniezioni vaccinanti endovenose di fronte a quelle sottocutanee. Inoltre furono fatti alcuni rilievi sulla dose di virus da iniettare e sul tempo che deve intercedere fra le singole iniezioni o che deve passare fra l' ultima di queste e la presa del sangue (12 giorni).

Ma ciò non ci è sembrato ancora sufficente per avventurarci in esperimenti sopra animali di grossa taglia; quindi abbiamo creduto conveniente riprendere a studio tutte le questioni sopra ricordate, per esaminare particolarmente e meglio precisare quali sono nella vaccinazione in parola le condizioni più favorevoli (in ordine alla qualità dei materiali vaccinanti, al metodo di vaccinazione, alla dose della coltura ed al tempo delle iniezioni) per raggiungere il fine che ci proponevamo e possibilmente arrivare a risultati anche superiori a quelli precedentemente ottenuti.

Questioni queste tutte di ordine pratico, ma che hanno indubbiamente il loro riflesso sopra uno dei problemi che oggi maggiormente affatica la mente degli scienziati, quello, cioè, del meccanismo col quale si determina e si accresce l' immunità sperimentale.

a) ***Qualità dei materiali vaccinanti.*** — Dapprima abbiamo voluto meglio stabilire la superiorità delle nostre colture fatte in brodo speciale su quelle in brodo ordinario; poi abbiamo voluto vedere quali sono i costituenti delle prime (filtrato, bacilli) che principalmente concorrono alla produzione del siero curativo.

Già fu accennato in generale alla superiorità delle nostre colture di fronte a quelle in brodo comune; e fu anche detto che ciò, oltre alla favorevole costituzione dei materiali nutritizi, devesi ancora alla reazione del mezzo; la quale nelle colture in brodo nostro si mantiene immutata, sempre debolmente alcalina, mentre in quelle in brodo ordinario diviene prontamente acida. E quale e quanta influenza nociva possa avere lo sviluppo di questi acidi sui prodotti solubili della coltura, per loro stessi molto labili, è facile immaginarlo!

Rimaneva quindi da vedere se e quale vantaggio si potesse effettivamente avere dalle nostre colture nella produzione del siero antipneumonico; e se all' uso di materiali

poco adatti, più che a difetto di metodo, dovesse attribuirsi la poca efficacia dei sieri antipneumonici che oggi trovansi in commercio.

A tal fine abbiamo fatto esperimenti comparativi su conigli sottoposti tutti allo stesso metodo di vaccinazione, ma alcuni iniettati esclusivamente con colture dello pneumococco del Fränkel in brodo comune, altri trattati con lo stesso virus ma coltivato in brodo nostro.

Le osservazioni fatte da noi riguardano tanto la sorte degli animali così vaccinati, quanto il valore immunizzante del rispettivo siero.

In rapporto agli animali vaccinati noi abbiamo osservato, che mentre questi sopportano senza risentimento alcuno le colture in brodo nostro, anche se la dose iniettata è molto superiore a quella necessaria per ottenere un buon siero, invece dimagrano profondamente e spesso muojono per marasma appena si eleva di poco la dose usata della coltura in brodo comune.

Anche per riguardo al valore del siero la differenza fra le due colture risulta manifesta. E qui dobbiamo dire una volta per sempre che per determinare il potere immunizzante del siero noi ci siamo valsi in ogni caso dello stesso metodo che fu descritto in un nostro precedente lavoro (1); metodo che consiste nell' iniettare in una vena auricolare una data quantità percentuale del siero da provare, e subito dopo nell' introdurre nella vena dell' altro orecchio cm.^{3} 0, 2 di coltura dello pneumococco del Fränkel in brodo speciale vecchia di 19 ore.

Intorno alla esattezza di questo metodo essa ci fu dimostrata, e dalla morte degli animali avvenuta in scala, in ordine alla quantità percentuale di siero che avevano ricevuto, e più ancora dalla costanza dei risultati ottenuti con uno stesso siero, pure a distanza di tempo, quando ne fu provato più volte il valore immunizzante.

Comprendiamo facilmente le obbiezioni che possono essere fatte a questo metodo di determinazione, e che hanno un qualche valore quando si tratta di sperimentare con sieri di provenienza diversa, cioè che il potere patogeno della coltura non è in tutti i casi perfettamente eguale, e che la dose di virus usata è sempre fissa, quindi non proporzionale al peso del corpo.

Ora il primo di questi difetti, che del resto è comune a tutte le determinazioni fatte con colture vive, non sembra essere di grande rilievo, specie se le oscillazioni nel potere della coltura non sono troppo forti, come avviene quando si ha cura di mantenere sempre un' ottima matrice in sangue. Quanto al secondo inconveniente, del resto facilmente removibile, questo poco o nulla fa risentire i suoi effetti quando si abbia cura, come noi facciamo, di scegliere per la determinazione del siero, conigli di un peso quasi costante, che oscilla da Kg. 1 a Kg. 1,500.

Ora, applicando questo metodo ai casi sopra riportati, noi abbiamo trovato che i conigli iniettati con colture in brodo nostro, salvo alcune eccezioni di cui sarà tenuto parola in seguito, danno un siero che salva l' animale dalla morte alla dose di cm^3 0, 5 %$_{0}$, quando

---

(1) Tizzoni e Panichi. Mem. cit. pag. 336, 337, 338.

la vaccinazione ha durato 3 mesi circa, l'ultima iniezione ha raggiunta la dose massima di cm^3 1,2, e la quantità di coltura complessivamente iniettata fu di cm^3 4,4; invece i conigli trattati con coltura in brodo comune, nelle stesse identiche condizioni, dettero un siero che anche alla dose doppia di 1 ‰. non impedì l'esito letale, per quanto questo avvenisse con qualche ritardo su quello dei controlli; e che solo alla dose di cm^3 2 ‰ salvava dalla morte, ma dopo che l'animale aveva sofferto febbre alta (40, 5 C.), durata varii giorni, fenomeni nervosi gravi e forte diminuzione di peso.

Lo stesso risultato si ottenne quando la vaccinazione fondamentale era stata praticata con virus attenuato, come quello che proviene dal sangue di animali vaccinati, coltivato in brodo nostro (1), e solo nel rinforzo si fece uso di colture in brodo ordinario.

Quindi, *a parità di condizioni, le colture in brodo usuale danno nel coniglio un siero il cui valore immunizzante è almeno 4 volte inferiore a quello che si ottiene con le colture in brodo nostro.*

Vedremo in seguito come le stesse differenze esistano, a un dipresso, fra il siero da noi preparato dai varii animali, e quello che si trova oggi in commercio, ottenuto appunto con l'iniezione di colture fatte in mezzi di nutrizione poco appropriati.

A completamento di queste ricerche abbiamo voluto vedere quale influenza esercitano le iniezioni successive di coltura in brodo nostro dopo che gli animali hanno subìta una parte o l'intera vaccinazione con colture in brodo comune.

Da queste ricerche è risultato, che la sola vaccinazione fondamentale fatta con colture in brodo ordinario, non disturba menomamente gli effetti del successivo rinforzo eseguito con colture in brodo nostro a dose progressivamente crescente; dopo il quale rinforzo gli animali dettero un siero che alla dose di cm^3 0,5 ‰ agiva in modo completo (2).

Alla stesso modo si è osservato che queste ultime colture, dopo una vaccinazione fatta per intiero con colture in brodo comune, danno rapidamente al sangue quella efficacia che prima non aveva.

Così, dopo una vaccinazione fatta con le ordinarie colture, il sangue di un animale che agiva in modo incompleto alla dose del 2 ‰, saliva, invece, rapidamente al valore completo di 0,5 ‰, allorchè l'animale stesso aveva successivamente ricevuto tre iniezioni di coltura in brodo nostro alla dose di cm^3 1,2 ciascuna.

Quindi *le precedenti iniezioni fatte con coltura ordinaria, si limitino queste alla vaccinazione fondamentale, o si estendano anche al successivo rinforzo, non disturbano menomamente l'azione benefica delle susseguenti ini zioni fatte con materiale più adatto;* sempre che queste siano nel numero e nella dose voluta, e non oltrepassino quei limiti di tempo e di quantità di coltura di cui sarà tenuto parola in seguito.

---

(1) Tizzoni e Panichi. *Sulla distruzione dello pneumococco del Fränkel nel sangue degli animali immunizzati ed ipervaccinati.* Memorie della R. Accad. delle Scienze di Bologna. Ser. VI. T. I. — Clb. f. Bakteriologie etc. Bd. XXXVI, n. 1-3.

(2) Diciamo che il valore di un siero è *completo* quando ad una determinata dose non solo salva dalla morte, ma impedisce lo sviluppo di qualsiasi fenomeno di malattia. Si dice, invece, che il suo valore è *incompleto* quando l'animale sul quale il siero è stato provato presenta per un tempo più o meno lungo febbre, fenomeni nervosi, diminuzione del peso corporeo, e solo più tardi ritorna allo stato di perfetta salute.

Per riguardo all' altra questione, della influenza, cioè, che esercitano sulla efficacia del siero i varii costituenti la coltura (bacilli, prodotti solubili), ecco come abbiamo proceduto per risolverla.

In tre conigli dello stesso peso all' incirca, noi abbiamo iniettato, in uno la coltura intiera dello pneumococco in brodo nostro, e negli altri due rispettivamente la corrispondente quantità di filtrato e di bacilli raccolti dalla superficie della candela Berckfeld e precedentemente lavati con grande quantità di soluzione fisiologica di cloruro di sodio.

Così lo studio comparativo del sangue di questi animali, fatto alla stessa epoca e quando tutti e tre avevano ricevuta la stessa quantità di materiale, ci avrebbe dimostrato quale parte hanno il corpo dei bacilli ed il filtrato nella produzione del siero curativo.

Da queste esperienze è risultato, che, mentre il siero dell' animale trattato coi bacilli lavati aveva a un dipresso lo stesso valore di quello iniettato con la coltura intiera, perchè l' uno come l' altro alla dose dell' 1 ‰ permetteva solo la comparsa di una leggiera e molto transitoria retrazione di un arto posteriore; invece alla stessa dose il siero del coniglio che aveva ricevuto solo il filtrato agiva come disponente, cioè affrettava la morte dell' animale cui era stato iniettato. Infatti morivano in 12-26^h i conigli che avevano avuto rispettivamente 0, 5-1 cm^3 di questo siero, mentre i controlli corrispondenti morivano in 35-48^h.

Di più l' aggiunta di questo siero a quello avuto dai bacilli valeva ad abbassarne considerevolmente il valore, tanto che la mescolanza a parti eguali dei due sieri, usata alla dose dell' 1 ‰, non arrivava più a salvare l' animale (come avveniva per il siero avuto dai soli bacilli), che moriva invece poco dopo il controllo.

Peraltro si verificava anche qui, che la successiva iniezione di coltura intiera aveva sugli animali che ricevettero solo il corrispondente filtrato, la stessa benefica influenza che la coltura in brodo nostro esercitava su quelli i quali precedentemente avevano ricevuto coltura in brodo ordinario.

Così, mentre il siero del coniglio che fino allora era stato iniettato col filtrato agiva come disponente alla dose di 1-0, 5 cm^3 ‰, invece, lo stesso siero, dopo l' iniezione di coltura intiera nella quantità di 1, 2 cm^3, saliva al valore incompleto di 0, 5 ‰, presentando gli animali cui tale siero era stato iniettato febbre a 41°, della durata di un giorno appena, e leggieri fenomeni nervosi locali.

Lo stesso studio non ci ha dati risultati concludenti per il coniglio che in precedenza aveva ricevuto b. lavati, perchè nel frattempo l' animale avendo figliato, non possiamo accordare alcun valore al risultato negativo ottenuto col suo siero a 0, 5 cm^3 ‰, dopo che l' animale stesso era stato iniettato con la coltura intiera, pure alla dose di cm^3 1, 2.

Da questi risultati, pertanto, si possono trarre alcune importanti conclusioni:

E per prima ci sembra si possa stabilire, che delle due parti della coltura *i bacilli sono principalmente quelli che conferiscono al sangue il potere immunizzante, mentre il solo filtrato gli conferisce proprietà disponenti; quindi è nel corpo dei bacilli che si trova di preferenza la sostanza vaccinante.* È da aggiungere, peraltro, *che la coltura intiera nel maggior numero dei casi si dimostrò più efficace dei soli bacilli, ai quali perciò è da*

preferirsi, perchè, salvo rare eccezioni, dette un siero capace di salvare il coniglio alla dose di 0,5 ‰, anzi che a quella dell' 1 ‰.

Tutto quanto abbiamo affermato, poi, intendiamo riferirlo esclusivamente alle nostre colture, che, come abbiamo detto più volte, sono molto differenti da quelle fatte in brodo ordinario. Anzi non ignoriamo che col filtrato di queste ultime il Foà (1) ed altri hanno potuto ottenere negli animali un siero immunizzante, cosa possibilissima questa e facilmente spiegabile come molte altre con la diversa reazione della coltura.

Infatti, nelle nostre colture la immutabilità della reazione debolmente alcalina deve meglio rispettare i labili prodotti tossici che vi si formano, sui quali noi più volte abbiamo richiamata l' attenzione anche per gli effetti che tali prodotti determinano sul sistema nervoso e sulla parete dei vasi sanguigni. Queste tossine poi iniettate separatamente nell' animale si eliminerebbero molto lentamente dal sangue, dove per il ripetersi troppo frequente delle iniezioni si andrebbero gradatamente accumulando; ed appunto alla loro presenza, od a quella dei prodotti derivanti dalla loro incompleta trasformazione, sarebbero dovute le proprietà disponenti del siero di questi animali. Invece nei tessuti si determinerebbe una abitudine graduale a queste tossine, alle quali in ultimo diverrebbero del tutto insensibili (Giftfestigung).

E, dati questi fatti, che indirettamente ci confermano l' esistenza nelle nostre colture di una sostanza tossica particolare, si spiega facilmente perchè la coltura intiera con tutti i suoi prodotti sia meglio adatta dei soli bacilli lavati a dare un siero più completo ed a potenza più elevata, in cui gli effetti dei bacilli, cioè, sono integrati da quelli dei materiali solubili della coltura, e l' influenza perniciosa di questi per buona parte neutralizzata od allontanata da quelli; perchè gli animali resi insensibili al veleno con la iniezione del filtrato, si mostrerebbero ben disposti e convenientemente preparati ad elaborare in modo completo la coltura intiera successivamente iniettata, che darebbe al siero, prima disponente, un alto grado di potere immunizzante.

Per converso, nelle colture in brodo ordinario la sollecita comparsa di una reazione fortemente acida deve alterare profondamente i costituenti la coltura stessa, prima ed in grado maggiore i prodotti solubili, più tardi ed in grado minore i batteri.

Così, venendo a mancare in queste colture la voluta tossicità, si comprende facilmente come i loro filtrati esercitino poca o nessuna azione disturbatrice sul sangue e sui tessuti, e come possano anche determinare un certo grado di azione immunizzante per le sostanze batteriche, specialmente proteine, che tengono disciolte in seguito alla distruzione dei batteri, quale appunto si verifica abbondantemente in un mezzo acido. Ciò specialmente se si usano colture più vecchie di quelle di 19^h che servono a noi per la preparazione dei filtrati e nelle quali per effetto dello invecchiamento molti sono i bacilli che sono andati distrutti.

Egualmente si può spiegare con le alterazioni che la stessa reazione acida della col-

---

(1) Foà. *Sulla infezione da diplococco lanceolato.* Arch. per le Scienze Mediche. Vol. XVII, pag. 392

tura deve esercitare in ultimo anche sul contenuto batterico perchè le colture in brodo ordinario, per quanto siano incomparabilmente più ricche di germi di quelle fatte in brodo nostro, come avviene in generale in tutte le colture che hanno poca tossicità (quasi la tossina che man mano si forma agisse come un freno allo sviluppo dei batteri), pure abbiano sugli animali una minore azione vaccinante e producano un siero a potere immunizzante meno elevato.

Vista l' influenza predominante che i bacilli hanno nella vaccinazione, abbiamo ricercato se elevando maggiormente la dose dei batteri iniettati — od usando i loro prodotti solubili in acqua, filtrati o non filtrati attraverso candela, secondo oggi si pratica da molti per ottenere vaccini diretti o sieri fortemente curativi — si potesse, anche nel nostro caso, conferire al sangue un potere immunizzante più elevato.

Ma il risultato non ha per niente confortata la nostra aspettativa.

Infatti nulla guadagnarono gli animali vaccinati con coltura in brodo nostro nel modo ordinario fino alla dose di cm^3 1, 2, per successive iniezioni di bacilli sospesi in acqua salata od in acqua distillata; anche quando tali iniezioni furono fatte con dosi piuttosto grandi, di 3-5 cm^3.

Effetti anche minori si ebbero con l' estratto acquoso degli stessi bacilli prolungato per circa 12^h ed in alcuni casi filtrato attraverso candela; e tanto quando le iniezioni furono fatte metodicamente seguendo il metodo ordinario, quanto nel caso in cui furono iniettate subito delle dosi di estratto abbastanza forti, di 3 cm^3. Solo eccezionalmente questi animali dettero un siero del valore assai incompleto di 0, 5 ‰.

Quindi *nessun vantaggio si ottiene nella vaccinazione dello pneumococco del Fränkel dalle iniezioni di forti dosi di bacilli adoperate, tanto primitivamente, quanto a completamento di una vaccinazione fatta con coltura intera; lo stesso per i rispettivi estratti acquosi.*

b) ***Condizioni di tempo e di dose per ottenere i migliori effetti nelle vaccinazioni contro lo pneumococco del Fränkel.***

È noto come la dose di coltura iniettata ed il tempo che intercede fra le singole iniezioni abbiano, insieme alla qualità dei materiali iniettati, la maggiore importanza nella preparazione di sieri curativi.

Ora, se questi dati sono facilmente determinabili per le infezioni tossiche, in cui si iniettano solamente tossine allo stato di relativa purezza, e per modo che tutto si riduce in questi casi ad introdurre nel corpo dosi progressivamente crescenti di filtrato, fino a raggiungere, senza inconveniente alcuno, la maggior quantità possibile, lo stesso, invece, non può dirsi per le infezioni tossico-setticoemiche, data la complessità dei materiali che in queste debbono essere iniettati (bacilli, prodotti solubili). Ciò si comprende facilmente quando si consideri che gli effetti utili dei varii costituenti la coltura non sono proporzionali alla quantità iniettata; quindi la necessità appunto di ricercare quelle condizioni di tempo e di dose nelle quali l' azione degli uni non maschera od annulla quella degli altri, ma tutti indistintamente concorrono a dare al sangue la maggiore e più com-

pleta potenza curativa. Questo noi ci limitiremo esclusivamente a ricercare per le colture in brodo nostro.

E qui è opportuno rilevare, anzitutto, come il caso particolare in esame stia in perfetta armonia con la concezione scientifica sempre sostenuta da questa Scuola ed appoggiata da numerose prove di fatto, tanto relative al tetano, quanto alla stessa infezione da pneumococco, cioè, che la sostanza immunizzante è preformata nella coltura, e che l'organismo funziona da filtro organico eliminando più sollecitamente le sostanze tossiche e trattenendo più a lungo le immunizzanti, le quali, perciò, si possono ricavare dal sangue allo stato di purezza (1).

Ora, a seconda che la curva di eliminazione della sostanza tossica è più o meno ravvicinata a quella di trasformazione e di eliminazione delle sostanze immunizzanti, più o meno difficile riesce di ottenere un siero completamente depurato, e quindi altamente attivo, più breve viene ad essere il periodo utile della presa del sangue, più facile il cumulo delle nuove tossine iniettate con quelle rimaste ancora nel sangue dalle precedenti iniezioni. Con piacere, poi, constatiamo che questa concezione va sempre più acquistando favore e ci compiacciamo di vederla accettata dal Behring nelle sue ultime ricerche sulla tubercolosi che tanto successo hanno avuto nel mondo scientifico.

Venendo ora alla questione particolare che ci occupa, prima di ogni altra cosa noi abbiamo dovuto rilevare nelle nostre ricerche *una grandissima differenza nel modo di rispondere dei varii soggetti di una stessa famiglia alle iniezioni vaccinanti*, per cui usando sempre lo stesso metodo, quale fu esposto in altro lavoro, ed arrivando in tutti gli animali ad un massimo di coltura di cm^3 1, 2, si otteneva un siero che a seconda dei singoli casi andava dal valore di cm^3 2 a quello di cm^3 0, 5 ‰.

Dobbiamo aggiungere, peraltro, che in seguito a tale vaccinazione solo eccezionalmente si aveva un siero che usato alla dose di cm^3 0, 5 ‰ non salvasse gli animali a cui era stato iniettato contemporaneamente alla coltura; nel maggiore numero dei casi il siero raccolto raggiungeva il valore indicato, per quanto ciò avvenisse, ora in modo completo, ora invece in modo incompleto e con risentimento più o meno grave dell'animale.

A dimostrazione di quanto è stato affermato valgano gli esempi seguenti, nei quali la vaccinazione fu fatta in tutti in modo identico, ed il sangue fu sempre esaminato dopo trascorsi 12 giorni dacchè l'animale aveva raggiunta la dose massima di virus, di cm^3 1, 2, e complessivamente aveva ricevuto cm^3 4, 4 di coltura, con piccole differenze nella durata della vaccinazione.

---

(1) Tizzoni. Vaccinazione e Sieroterapia contro il tetano. — Vallardi, pag. 67 e seg.

— Centanni. La depurazione dei vaccini a scopo curativo, Policlinico, vol. III, anno 1896. — Sui vaccini depurati (stomòosine) II Memoria; la stomòosina dello pneumococco. Riforma Medica, 1897. — Sul valore immunizzante dell'infiltrato locale delle malattie infettive (pneumococco, deifterite), Gazzetta degli Ospedali etc. 1898.

N.° d'ord.	Durata della vaccinazione	Siero provato per $^0/_{00}$	Risultato		Se il risultato fu completo	Fenomeni presentati in vita (1)	Alterazioni riscontrate sul cadavere	Controlli
			vive	muore				
1	97 g.ni	3 cm³	vive	—	completo	—	—	+ 36 ore
		2 »	»	—	»	—	—	+ 24 »
		1 »	—	+ 3 ½ g.ni	—	—	Setticemia	+ 12 »
2	121 g.ni	1 cm³	vive	—	completo	—	—	+ 36 »
		0,5 »	—	+ 3 ½ g.ni	—	—	Perit. fibrinosa	+ 18 »
3	109 g.ni	1 cm³	vive	—	completo	—	—	+ 36 »
		0,5 »	»	—	—	Feb. 4 g ni (41,3). P. - 110 gr.	—	+ 36 »
4	104 g.ni	1 cm³	vive	—	completo	—	—	+ 36 »
		0,5 »	»	—	—	Feb. 4 g ni (40,9) P. - 70 gr.	—	+ 18 »
5	119 g.ni	0,5 cm³	vive	—	—	Feb. 3 g ni (40,3). Fnl. - P. 50.	—	+ 15 »
6	194 g.ni	0,5 cm³	vive	—	—	Feb. 2 g.ni (40,5). Fnl. - P. 70.	—	+ 38 »
7	122 g.ni	0,5 cm.	vive	—	completo	—	—	+ 12 »
8	114 g.ni	0,5 cm³	vive	—	completo	—	—	+ 15 »
9	105 g.ni	0,5 cm³	vive	—	completo	—	—	+ 16 »
10	133 g ni	0,5 cm³	vive	—	completo	—	—	+ 60 »
11	140 g.ni	0,5 cm³	vive	—	completo	—	—	+ 60 »

(1) Per la febbre (Feb) è indicato la durata in giorni ed il grado massimo raggiunto; i fenomeni nervosi leggieri, transitori sono segnati con le lettere Fnl, quelli gravi e permanenti con le altre Fng; e la diminuzione in peso è espressa in gr. con la lettera P.

Così, 11 animali vaccinati nel corso dei due anni precedenti, scelti fra quelli che furono più regolarmente trattati e meglio studiati, dettero nelle condizioni accennate i risultati seguenti:

n.° 1 completo al 2 cm³ $^0/_{00}$
n.° 1 » » 1 » »
n.° 4 incompleti » 0,5 » »
n.° 5 completi » 0,5 » »

Ciò dimostra *che una vaccinazione regolare del coniglio dà un siero che il più spesso ha un valore completo o incompleto a 0,5 cm³ $^0/_{00}$, e che eccezionalmente ha un valore minore per una minore sensibilità del soggetto alle iniezioni vaccinanti.*

Stabilito questo, rimaneva da ricercare se le differenze riscontrate nel valore immu-

nizzante del siero fossero da ascriversi a qualche fatto verificatosi durante la vaccinazione; ma per quanto si sia ricercato nulla abbiamo ritrovato che possa spiegare la differenza in parola. Infatti nè la febbre, nè fenomeni nervosi di varia entità, nè la diminuzione di peso riscontrati in alcuni casi, tanto nella vaccinazione fondamentale, quanto durante le iniezioni di rinforzo, stanno in stretto rapporto col valore immunizzante del sangue, perchè tali fenomeni furono da noi indifferentemente osservati, sia negli animali che dettero il miglior siero, attivo in modo completo a cm^3 0,5 $^0/_{00}$, sia negli animali il cui siero non si mostrò completo altro che ad una dose doppia o quadrupla della precedente.

Rimane così dimostrato che anche nella vaccinazione contro lo pneumococco del Fränkel i varii soggetti di una stessa famiglia rispondono in modo differente; e ciò indipendentemente dal metodo col quale gli animali furono preparati e dal modo col quale hanno sopportata la vaccinazione.

Così per le infezioni tossico-setticoemiche, come per le infezioni tossiche pure (difterite, tetano), *si hanno nella stessa famiglia soggetti più adatti e meno adatti alla produzione del siero immunizzante, o come suol dirsi soggetti buoni, mediocri e cattivi.*

Restava pure dimostrato che nel coniglio, col metodo di vaccinazione da noi seguito, quando la dose massima iniettata aveva raggiunto la quantità di cm^3 1, 2 di virus, il siero arrivava ad un valore immunizzante massimo di cm^3 0, 5 p. $^0/_{00}$.

Era quindi da ricercarsi, *se insistendo nella dose indicata di cm^3 1, 2, od accrescendo la quantità di coltura nelle iniezioni successive, si poteva ottenere un siero a valore curativo più elevato.*

Riguardo alla ripetizione della stessa dose di virus di cm^3 1,2 non sembra che se ne ottenga un sensibile vantaggio, come risulta dalla tabella seguente che comprende appunto i casi di cui è questione.

N.° d'ord.	N.° delle iniezioni di rinforzo	Dose massima iniettata	Quante volte ripetuta	Durata della vaccinaz.	Siero provato per $^0/_{00}$	Risultato vive	Risultato muore	Se il risultato fu completo	Fenomeni presentati in vita	Controlli
1	6	cm^3 1,2	—	114 g ni	0,5 cm^3	vive	—	completo	—	+ 15 ore
	7	» »	2 volte	132 »	0,5 »	—	+ 2 g ni	—	—	+ 15 »
2	6	cm^3 1,2	—	104 g.ni	1 cm^3	vive	--	completo	—	+ 36 ore
					0,5 »	vive	—	—	Feb. 4 g ni (40,9). P. - 70 gr.	+ 18 »
	9	» »	4 volte	152 »	0,5 »	vive	—	completo	--	+ 36 »
					0,25 »	—	+ 4 ½ g.ni	—	—	+ 60 »
3	6	cm^3 1,2	--	118 g.ni	0,5 cm^3	vive	—	—	Feb. 2 g.ni (40,5) Fnl. P. - 70	+ 44 ore
	10	» »	5 volte	328 »	0,5 «	vive	—	completo	—	+ 43 »
4	6	cm^3 1,2	—	105 g.ni	0,5 cm^3	vive	—	completo	—	+ 16 ore
	11	» »	6 volte	298 »	0,5 »	vive	—	—	Fnl P. - 90	+ 43 »

Questo quadro dimostra chiaro che il risultato delle iniezioni più volte ripetute (2-6 volte) alla dose massima di virus di cm³ 1, 2 è molto diverso a seconda dei soggetti. Così, nei soggetti meno buoni, in cui la vaccinazione ordinaria aveva dato un siero del valore di 0, 5 assai incompleto, l' insistere nelle iniezioni di rinforzo, sempre alla stessa dose di cm³ 1, 2, ha portato un miglioramento notevole nel valore del siero, che dopo 4-5 iniezioni ripetute è salito al valore di 0, 5 completo. Invece, nei migliori soggetti, l'insistere 2-6 volte nella dose massima di cm³ 1, 2 di virus, ha portato ad una sensibile diminuzione del valore del siero prima accertato, che dal potere immunizzante completo di cm³ 0, 5 p. ‰ è sceso dopo tali iniezioni al valore di 0, 5 incompleto.

In altre parole, *la quantità complessiva di coltura per raggiungere il massimo valore del siero di 0, 5 completo, varia secondo il modo di rispondere dei varii soggetti alla vaccinazione antipneumonica.* Quindi, mentre nei migliori soggetti la dose di cm³ 1, 2 di coltura determina subito l' effetto massimo sul sangue e produce un siero a 0, 5 completo, invece nei soggetti meno sensibili bisogna ripetere più volte la stessa dose per ottenere il medesimo risultato. Nei primi, poi, una volta raggiunto il limite più elevato, il ripetersi delle iniezioni, anche se fatte tutte alla stessa dose di cm³ 1, 2, abbassa sensibilmente, anzi che innalzare, la potenza del siero, determinando così quelle oscillazioni che non ci permettono più di orientarsi sul valore che avrà lo stesso siero nella presa successiva del sangue.

Ciò trova piena conferma *in altra serie di prove fatte con dose progressivamente crescente di coltura,* nelle quali il valore del siero saggiato dapprima alla dose di cm³ 1, 2 di virus è stato di nuovo ricercato quando la dose dello stesso virus era salita a cifre più elevate, di 1, 8 — 2, 6 cm³.

Nella tabella seguente sono riportati i principali risultati a questo riguardo ottenuti.

N.° d'ord.	N.° delle iniezioni di rinforzo	Dose massima raggiunta	Durata della vaccinazione	Siero provato per ‰	Risultato		Se il risultato fu completo	Fenomeni presentati in vita	Controlli
					vive	muore			
1	6	1,2 cm³	121 g.ni	1 cm³	vive	—	completo	—	+ 36 ore
				0,5 »	—	+ 3 ½ g ni	—	—	+ 18 »
	9	1,8 »	169 »	1 »	vive	—	—	Feb. 3 g.ni (40,1). Fnl. P.-70 gr.	+ 30 »
				0,5 »	—	+ 3 g ni	—	—	+ 36 »
2	6	1,2 cm³	109 g.ni	1 cm³	vive	—	completo	—	+ 36 ore
				0,5 »	vive	—	—	Feb 4 g ni (41,3). P. - 110 gr.	+ 36 »
	9	1,8 »	186 »	0,5 »	—	+ 5 g ni	—	—	+ 38 »
	13	2,6 »	338 »	0,5 »	vive	—	—	Fnl. P. - 60 gr.	+ 12 »
3	6	1,2 cm³	118 g.ni	1 cm³	—	+ 5 g ni	—	—	+ 60 ore
	9	1,8 »	236 »	0,5 »	vive	—	—	Feb 1 g.no (40,1). Fnl. P. - 70.	+ 43 »
4	6	1,2 cm³	118 g ni	1 cm³	vive	—	—	Feb. 3 g ni (41)	+ 44 ore
				0,5 »	—	+ 4 ½ g ni	—	—	+ 60 »
	9	1,8 »	287 »	0,5 »	vive	—	—	Feb. 4 g.ni (40,3). Fng. P. - 110	+ 12 »

Anche queste ricerche valgono a confermare le precedenti, *cioè che se si aumenta la quantità di coltura iniettata, a partire dalla dose di cm³ 1, 2, arrivando fino a quelle di cm³ 1, 8 — 2, 6, non si ottiene alcun vantaggio, anzi in alcuni animali si trova uno scapito sensibile nel potere curativo del siero*, che passa dal valore completo di 1 allo stesso valore ma incompleto, oppure dal valore di 0, 5 incompleto ad un valore negativo allo stesso titolo.

Ciò a più forte ragione accade quando la quantità di coltura iniettata si spinge a dosi anche maggiori, di 3, 4 — 3, 6 — 3, 9 cm³, che rappresentano le dosi più elevate di virus da noi sperimentate sul coniglio.

Così un animale che sopra una iniezione di cm³ 2, 2 di coltura dava un siero del valore di 0, 25 incompleto, quando la dose del virus iniettato salì a 3, 4 — 3, 6 — 3, 9 cm³ lo stesso siero non salvava più il coniglio nemmeno nella quantità di 0, 5 cm³ ‰ ed alcune volte nemmeno all' 1 ‰.

Peraltro, anche in questa serie di esperimenti, l' aumento della dose di coltura sembra esercitare minore influenza dannosa sugli animali meno sensibili, in cui cioè è inferiore all' 1 completo il valore del siero corrispondente alla iniezione di cm³ 1, 2 di coltura, e nei quali si raggiunge quello di 0, 5 incompleto solo nella prova successiva fatta dopo aver ripetuto la stessa dose di coltura di cm³ 1, 2.

In conclusione, *con l' aumento della dose di coltura non si guadagna molto, anzi il più spesso si perde, specie sugli animali che alla dose di virus di cm³ 1, 2 hanno raggiunto il massimo valore del siero di 0, 5 completo.*

Ma questo non era tutto, perchè rimaneva ancora da vedere se il danno riscontrato nello accrescimento progressivo della dose, oltre quella ordinaria, potesse essere compensato ad esuberanza insistendo più volte nella dose massima raggiunta di cm³ 2, 6.

In altre parole rimaneva da esaminare, *se colla insistenza di una dose molto elevata l' organismo poco a poco si abituasse ad elaborare completamente una maggiore quantità di materiale, e desse un siero a potenza immunizzante più elevata.*

Ma alla prova dei fatti si è avuto in questa circostanza uno svantaggio più manifesto dei casi precedenti, perchè tutti gli animali ai quali fu ripetuta per 3-7 volte la dose massima della coltura di cm³ 2, 6, ed il sangue fu preso egualmente alla distanza di 12 giorni dalla ultima iniezione, dettero un siero a potere curativo sempre meno elevato.

Così una quantità di siero di cm³ 0, 5 ‰, che nelle prove precedenti fatte sulla dose di cm³ 1, 2 di coltura ripetuta 5-6 volte aveva dato risultato completo o quasi, non valse più, dopo che la coltura stessa era stata aumentata fino al limite indicato, a salvare gli animali.

A questo fece eccezione un solo caso in cui il siero nella quantità di cm³ 0, 5 ‰ si mostrò incompleto sopra l' iniezione di cm³ 2, 6 di coltura, mentre divenne completo e salì perfino al valore di 0, 25 ‰ dopo che la stessa dose di coltura fu ripetuta 2-4 volte. Ma ci mancano elementi precisi per dare a questo esperimento il giusto valore, perchè non essendo stato saggiato il valore immunizzante del siero nei periodi precedenti, nulla sappiamo della sensibilità dell' animale di fronte alla vaccinazione ordinaria.

Per ultimo abbiamo osservato che nemmeno il ritorno alla dose primitiva di cm^3 1,2, dopo che questa fu elevata ad un massimo di cm^3 2,6, vale a riportare il siero al valore immunizzante che aveva in origine, molto meno ad elevarne la potenza; e ciò anche quando in rapporto all' accrescimento della dose di coltura si allunga proporzionatamente il tempo della presa del sangue, portandolo da 12 a 15-20-30 giorni. In questi ultimi casi la curva della immunità si allunga e diviene sempre più lontano il tempo utile della presa del sangue, ma se non si perde nel valore immunizzante del siero, poco o nulla si guadagna.

Da tutto questo emerge, quindi, che nella vaccinazione contro lo pneumococco del Fränkel, come in quella contro altre infezioni, non è illimitato il potere di accrescimento del valore immunizzante del siero; anzi questo nel coniglio ha un limite costante che è di cm^3 0,5 ‰, eccezionalmente di cm^3 0,25 ‰. Arrivato a questo limite, a nulla vale l' insistere nella dose più favorevole del virus (cm^3 1,2), l' accrescimento ulteriore della quantità di coltura iniettata, il ripetere delle dosi molto elevate, il ritorno successivo alla dose primitiva dopo che questa fu notevolmente accresciuta, la sostituzione della coltura intiera coi bacilli lavati o coi rispettivi estratti acquosi, perchè avuto dalla vaccinazione l' effetto massimo indicato, ogni iniezione successiva, qualunque sia il procedimento che si usa, ha per risultato quasi costante di abbassare il valore immunizzante del siero.

Si rileva, inoltre, che in ragione della bontà del soggetto varia in modo sensibile la dose complessiva di coltura capace di portare il siero al più alto potere immunizzante ricordato.

Quali siano gli ammaestramenti che possono trarsi da questi risultati per la preparazione del siero antipneumonico, quale la interpretazione scientifica dei singoli fatti che abbiamo ricordato, questo lo vedremo in ultimo dopo avere esaminato nel capitolo seguente il modo di comportarsi dei grossi animali alla stessa vaccinazione.

II.

Esperienze sui grossi animali per la preparazione del siero antipneumonico applicabile all' uomo.

a) *Pecora.* — Tre sono le pecore che furono adibite a queste ricerche; una (A) di razza comune e due (B e C) di razza bergamasca (pecora gigante).

In tutte e tre l' immunità fondamentale fu determinata colla iniezione contemporanea endovenosa di siero immunizzante di coniglio e di coltura dello pneumococco Fränkel in brodo nostro vecchia di 19^h.

Una di tali pecore (C) morì alla prima iniezione di rinforzo, e quando la quantità di coltura iniettata si era elevata appena alla dose di cm^3 0.3, presentando una forma paralitica progressiva (paralisi flaccida dapprima, dopo spastica, accompagnata da convulsioni generali) diffusa a tutto il treno anteriore ed all' arto posteriore destro, del tutto

simile a quella che si osserva nel coniglio e che fu particolarmente descritta da uno di noi (1).

Con questo si veniva a dimostrare che la pecora è sensibile quanto il coniglio, e forse anche più, ai veleni che si trovano nelle colture dello pneumococco; e che questi, quando non sono completamente neutralizzati da siero antitossico, come avvenne sul caso in questione, determinano in tutti e due gli animali lo stesso quadro morboso.

Delle altre due pecore che sopravvissero, quella A fu iniettata con dosi progressivamente crescenti fino a quella di cm³ 16, per ridiscendere in ultimo gradatamente a dosi minime di cm³ 1, 5 dopo esser rimasti fermi per 4 iniezioni successive alla dose massima sopra indicata; quella B, una volta raggiunta la quantità di coltura iniettata di cm³ 1, 5, che già aveva dato al sangue un manifesto potere immunizzante, rimase sempre ferma a questa dose.

Così si aveva modo di studiare comparativamente gli effetti delle piccole e delle grandi dosi di coltura, nonchè quelli derivanti dall' insistere più volte sulla dose massima raggiunta, o dal successivo ritorno alla dose minima.

I risultati avuti dalla pecora A sono riassunti in modo sommario nel seguente quadro (2).

Dose della coltura iniettata	Siero provato p. ‰	Risultato		Se il risultato fu completo	Fenomeni presentati in vita	Controlli
		vive	muore			
da cm³ 0,6 a 1,2	1 cm³	vive	—	—	Febb. (41). Fnl. Peso - 40 . .	+ 50 ore
da » 1,2 a 4	2 »	—	muore	—	—	+ 12 »
da » 4 a 8	2 »	vive	—	completo	—	+ 15 »
da » 8 a 10	2 »	—	muore	—	—	+ 36 »
da » 10 a 16	1 »	vive	—	—	Febb. 4 g ni (41) Fnl P. - 110	+ 17 »
rip. 2-3 volte a 16	1 »	—	muore	—	—	+ 14 »
rip. 4 volte a 16	1 »	vive	—	—	Febb. 4 g.ni (41). Fnl. . . .	+ 60 »
da cm³ 16 a 5	1 »	vive	—	completo	—	+ 18 »
rip 4-5 volte a 5	1 »	vive	—	—	Fnl. Peso - 80	+ 12 »
da cm³ 5 a 2,5	0,5 »	vive	—	—	Febb. (39,9) Fnl.	+ 15 »
da cm³ 2,5 a 1,5	0,5 »	vive	—	completo	—	+ 16 »
	0,25 »	vive	—	completo	—	+ 60 »
ripetuta a 1,5	0,5 »	vive	—	completo	—	+ 12 »
	0,25 »	vive	—	—	Febb 3 g.ni (40,6) Fng. P. - 100	+ 72 »

(1) Panichi. *Contributo alla patogenesi delle paralisi pneumococciche sperimentali.* Rivista di patologia nervosa e mentale. Anno 1905, pag. 297, e seg.

(2) In questo, come nei quadri seguenti, si riportano solo quegli esperimenti, fra i moltissimi praticati, che indicano nei varii periodi della vaccinazione il valore massimo del siero.

Questa tabella ci dimostra che la pecora si comporta in modo perfettamente identico al coniglio nella vaccinazione contro lo pneumococco del Fränkel, fatta con dosi di coltura progressivamente crescenti fino ad arrivare a quantità bastantemente elevate (cm^3 16).

Infatti, nella curva ascendente della vaccinazione, si vede che l' aumento progressivo della dose, invece di fare accrescere il valore immunizzante del siero dapprima ottenuto con quantità abbastanza piccole di coltura, ha un effetto del tutto opposto, con alternative di miglioramento e di regresso, che rappresentano quasi un adattamento dell' organismo alle maggiori quantità di coltura dopo il primo disturbo da queste determinato. Lo stesso avviene per il ripetersi più volte della dose massima raggiunta; è solo col ritorno alle piccole dosi di cm^3 1, 5 che si può ottenere un siero ad alta potenza curativa.

Segno evidente questo che le dosi elevate di coltura sono più di danno che di vantaggio, e che anche qui, come nei molti esempi del coniglio precedentemente riportati, tutto il difetto della vaccinazione risiede appunto nelle quantità troppo grandi di materiale introdotto, sia per la sua incompleta elaborazione, sia per i prodotti tossici che si accumulano nel sangue in troppa grande quantità e che disturbano con la loro presenza il potere immunizzante del siero.

La medesima tabella ci dice, inoltre, che nelle volute condizioni di tempo (20 giorni) e di dose (cm^3 1, 5), si può ottenere dalla pecora un siero eguale per potenza immunizzante a quello migliore che si ricava dal coniglio (cm^3 0, 25 ‰).

Anche qui non abbiamo trascurato di stabilire con saggi successivi la curva della immunità, per determinare il tempo più opportuno per il salasso, sopratutto in rapporto alle dosi più elevate. Senza riportare i numerosi dati di fatto da noi raccolti, ci basta semplicemente di accennare che anche nella pecora la lunghezza della curva dell' immunità stà in diretto rapporto con la grossezza della dose, spostandosi il periodo migliore della presa del sangue da 20 a 40 a 50 giorni a misura che cresce la quantità di coltura iniettata. Ciò senza guadagno alcuno nel potere immunizzante del siero, che si mostra tanto meno elevato quanto più lungo è il tempo che intercede fra l' iniezione di rinforzo e la presa del sangue.

Così, saggiato il sangue a 30, 40, 50 giorni dopo una iniezione di cm^3 2, 5 di coltura, si trova che l' epoca migliore per la presa è a 40 giorni, ma il siero arriva appena al valore molto incompleto di 1 ‰. Invece, dopo una dose di cm^3 1, 5 di coltura, l' epoca più opportuna per la presa del sangue è ridotta della metà, quasi come alla metà è scesa la quantità di coltura iniettata; ma il siero ha un valore completo di cm^3 0, 5 ‰, ed anche di 0, 25 ‰ incompleto.

Questo ci dimostra che dopo le grandi dosi occorre un tempo assai più lungo perchè il sangue sia completamente depurato, ma in questo tempo anche una buona quantità di sostanza immunizzante si è eliminata od è andata distrutta.

Per ultimo, a dimostrazione del disturbo recato nell' organismo, specie nel sangue, dalle grandi dosi di coltura iniettata, vogliamo citare un fatto che ci occorse ripetutamente di osservare nel sangue di questo animale, anche perchè abbiamo veduto ripetersi lo stesso fatto in un somaro, quando abbiamo egualmente insistito troppo sulle dosi elevate di col-

tura. Ed il fatto cui alludiamo riguarda la rapida e completa emolisi del sangue aggiunto ad un tubo di brodo ordinario; nel quale i globuli rossi, invece di andare al fondo, come d'ordinario, si sciolgono in breve tempo, e la loro sostanza colorante tinge sollecitamente in rosso scuro l'intiera colonna del liquido.

I risultati ottenuti dalla pecora (B) si possono ricapitolare molto sommariamente nel quadro seguente:

Dose della coltura iniettata	Siero provato per ‰	Risultato		Se il risultato fu completo	Fenomeni presentati in vita	Controlli	Osservazioni
		vive	muore				
da cm³ 1 a 1,2	2 cm³	vive	—	completo	—	+ 36 ore	
	1 »	vive	—	—	Febb. 4 g.ni (40,9) Fnl . . .	+ 44 »	
da cm³ 1,2 a 1,5	1 »	—	muore	—	—	+ 18 »	
4 volte a 1,5	1 »	vive	—	completo	—	+ 36 »	
	0,5 »	vive	—	—	Fng. Peso - 40	+ 15 »	
5-6 » a 1,5	1 »	—	muore	—	—	+ 15 »	**Aborto**
7 » a 1,5	1 »	vive	—	completo	—	+ 15 »	
	0,5 »	vive	—	—	Febb. 4 g.ni (40.5). Fnl . . .	+ 12 »	
8-9 » a 1,5	0.5 »	vive	—	—	Febb 4 g.ni (40,5). Fnl . . .	+ 12 »	
10 » a 1,5	0,5 »	vive	—	completo	—	+ 39 »	
11 » a 1,5	0,5 »	vive	—	—	Febb. 5 g.ni (41). Fnl. P. - 170.	+ 15 »	
12 » a 1,5	0,5 »	vive	—	completo	—	+ 16 »	
	0,25 »	vive	—	completo	—	+ 15 »	
13 » a 1,5	0,5 »	vive	—	completo	—	+ 12 »	
	0,25 »	vive	—	—	Febb. 4 g ni (41,4) Fng. P. - 100.	+ 72 »	
14 » a 1,5	0,5 »	vive	—	completo	—	+ 36 »	
	0,25 »	vive	—	completo	—	+ 72 »	

Questa tabella ci sembra pure molto istruttiva. Anzitutto ci dice che dopo 4 mesi appena dall'inizio della vaccinazione, e quando la dose di coltura iniettata è salita solamente alla quantità di cm³ 1,2, il siero del sangue ha raggiunto già un valore immunizzante molto elevato, dell'1 ‰ incompleto. In secondo luogo ci dimostra che la scala di accrescimento della potenza curativa del siero stesso è solo due volte interrotta, e molto transitoriamente; una prima volta quando la coltura sale da cm³ 1,2 a cm³ 1,5, ed una seconda volta alla 5ª e 6ª iniezione della dose di cm³ 1,5, quando la pecora rimase pregna e successivamente abortì. Del resto, salvo leggiere oscillazioni, giustificate probabilmente dalle mutabili qualità tossiche della coltura iniettata, il valore del siero si mantenne costantemente e per lungo tempo a 0,5 ‰, salendo in ultimo, dopo 16 mesi di vaccinazione, al potere curativo massimo di 0,25 ‰ completo; potere raggiunto solo eccezionalmente nel coniglio e non in modo così assoluto.

Anche in questo caso le prove fatte con saggi di sangue presi sulla stessa iniezione di rinforzo ad epoche diverse, cioè a 10 - 20 - 30 - 40 - 50 giorni dalla praticata introduzione della coltura, ci hanno dimostrato che a 20 giorni corrisponde l'apice della curva vaccinale, in cui il potere immunizzante del sangue si mostra nel grado più elevato, e che tale potere dopo 8-10 giorni al massimo si abbassa molto rapidamente.

Tutto questo conferma nella pecora *che le piccole dosi di coltura più volte ripetute danno effetti migliori e più pronti delle grandi dosi*; che con tale metodo nulla soffre l'animale, che poco o nulla reagisce alla praticata iniezione, e non mostra nemmeno emolisi del sangue quando questo venga aggiunto a brodo ordinario, come fu osservato nel caso precedente.

Finalmente rimane provato *che dalla pecora si può abbastanza sollecitamente ottenere un siero altrettanto buono quanto quello del coniglio ed anche di potenza del doppio superiore, potendo raggiungersi un valore massimo di 0, 25 ‰ completo.*

Quindi la pecora, anche per le leggerissime oscillazioni che presenta nel potere del sangue una volta raggiunto il limite voluto, è un soggetto molto adatto alla produzione del siero antipneumonico. Solo devono essere realizzate quelle condizioni di dose e di tempo che sono state indicate e deve assolutamente evitarsi che le femmine divengano pregne, perchè durante la gestazione si abbassa considerevolmente il potere immunizzante del sangue. Del resto per la preparazione del siero antipneumonico (le pecore giganti possono raggiungere 70 Kg. ed anche più) la piccola taglia del soggetto, di fronte a quella di animali più grossi, può esser facilmente compensata dal numero.

b) ***Cavallo.*** — L'esperienze in proposito furono fatte su due soggetti (A) e (B) dell'età di 18 anni circa, che ottenemmo in regalo dalle RR. Tenute per la munificenza e l'interessamento a questi nostri studi di S. M. In ambidue gli animali le iniezioni vaccinanti furono praticate costantemente sotto la pelle, e le prime unite alla quantità necessaria di siero immunizzante; nel cavallo (A) fu sempre usata coltura filtrata, in quello (B) coltura intiera.

Il siero esaminato a più riprese dette nel primo (A) un valore immunizzante del 3 ‰ completo, quando l'animale aveva ricevuto solamente 14 cm^3 di filtrato, nel secondo (B) un valore del 2 ‰ incompleto dopo una dose di 7 cm^3 di coltura (morte del controllo in 12^h). Peraltro, seguitando nelle iniezioni di rinforzo, il potere immunizzante del siero si abbassò rapidamente anzi che accrescersi, scendendo al disotto del 3 ‰, mentre nei due cavalli vaccinati seguirono ad ogni iniezione di rinforzo fenomeni nervosi abbastanza gravi.

Il cavallo (A), in seguito alla iniezione di 25 cm^3 di filtrato, ebbe, infatti, paralisi dei muscoli delle labbra, della lingua, del naso dal lato sinistro, con retrazione corrispondente del lato opposto, per le quali era resa impossibile la prensione e la masticazione degli alimenti; mostrò debolezza generale e paresi dei quattro arti, che rendevano difficile all'animale di rimanere in piedi, e caduto a terra si dibatteva vivamente come agitato da movimenti convulsivi incoordinati senza potersi rialzare.

Il cavallo (B), dopo l'iniezione di 22 cm^3 di coltura, presentò paralisi spastica dell'arto

posteriore sinistro che non riesciva affatto a poggiare in terra; paralisi che regredì completamente in 5-6 giorni, ma che si ripetè costantemente ad ogni iniezione successiva ed in forma sempre più grave.

Per tutti questi fatti, e sopratutto per il peggioramento progressivo del potere immunizzante del sangue, credemmo inutile continuare nello esperimento.

Questo intanto ci aveva dimostrato che il cavallo è sensibile quanto gli altri animali, e forse più, al veleno dello pneumococco del Fränkel, al quale risponde con lo stesso quadro morboso notato nel coniglio e nelle pecore; che tale veleno si ritrova pure nel filtrato il quale determina anzi fenomeni più gravi delle colture intiere, in cui probabilmente l'azione dei prodotti solubili è in parte temperata da quelli vaccinanti che provengono dal corpo dei bacilli; finalmente che il siero di questi animali acquista rapidamente e con dosi di coltura molto piccole (7-14 cm^3) il valore immunizzante di 3 ‰ completo, ed anche del 2 ‰ incompleto, ma che tale potere non si mantiene a lungo perchè è disturbato, anche più che negli altri animali, dallo accrescimento successivo della quantità di coltura iniettata.

Conosciuti questi fatti, noi non crediamo che per la preparazione del siero antipneumonico il cavallo sia un soggetto così cattivo come a prima vista potrebbe apparire, specie per la sua grande sensibilità al veleno delle colture.

Per dare un giudizio definitivo sarebbe quindi conveniente ripetere la prova, praticando iniezioni endovenose anzi che sottocutanee, usando dosi molto piccole di coltura intiera, ed arrestandosi a quella quantità della stessa coltura che per i suoi effetti sul sangue deve esser considerata come la dose giusta.

E noi non avremmo mancato di fare tutto questo se il modestissimo bilancio del nostro Istituto lo avesse comportato, e se il mantenimento di grossi animali, quale il cavallo, non rappresentasse un vero disastro per la insufficiente dotazione che gli è assegnata, e non rendesse impossibile, assorbendo tutto per se, altri studi, altri esperimenti.

c) ***Asino.*** — Il somaro fu da noi meglio usufruito del cavallo per la preparazione del siero antipneumonico, perchè quando ricorremmo a questo animale oramai eravamo edotti dai precedenti esperimenti sul coniglio della assoluta necessità di regolare esattamente la dose di coltura iniettata e di non eccedere in alcun modo la quantità sufficiente ad ottenere l'effetto voluto.

Pure nell'asino l'immunità fondamentale fu determinata con iniezione contemporanea dl siero di coniglio altamente immunizzante e di coltura intiera; le iniezioni di rinforzo furono fatte con la stessa coltura in brodo nostro iniettata sempre nelle vene a dose progressivamente crescente.

Con queste iniezioni, come si dimostrerà fra breve, si ottennero sollecitamente eccellenti risultati; solo quando a titolo di prova volemmo salire con la coltura iniettata troppo oltre il limite voluto ed insistere sulle dosi molto grandi (18-20 cc.), cademmo nei soliti inconvenienti già notati per il coniglio, la pecora ed il cavallo, cioè vedemmo abbassarsi rapidamente il potere immunizzante del sangue; per altro discendendo succes-

sivamente con la dose di coltura alla metà o ad un quarto di quella precedentemente incorporata, tornammo ad ottenere uno siero a potere curativo abbastanza elevato.

Così usando le volute condizioni di tempo e di dose abbiamo potuto ricavare dall'asino un siero del seguente valore immunizzante;

del	3 ‰	. . . .	dopo	5 mesi
»	2 »	. . . .	»	6 ½ »
»	1 »	. . . .	»	7 »
»	0,5 »	(completo)	»	circa 1 anno dall'inizio della vaccinazione.

Peraltro, dopo questo risultato, avendo voluto insistere sulla dose molto elevata, di 18-20 cc., il valore del siero, anche allungando il tempo della presa del sangue a 40-50 giorni, scese sotto l'1 ‰, l'animale cominciò a dimagrare, il suo sangue aggiunto ad un tubo di brodo si emolizzava completamente in breve tempo.

Finalmente, dopo 6 mesi d'inutili insistenze, discendendo con la dose della coltura iniettata a 10-5 cc., e regolando convenientemente il tempo della presa del sangue, tornammo ad ottenere un siero del valore completo di 0,5 ‰.

Dunque l'asino, come già aveva dimostrato il Pane, *è un discreto soggetto per la preparazione del siero antipneumonico; e se opportunamente viene regolato il tempo e la dose delle iniezioni vaccinanti, può dare, e in modo abbastanza sollecito, un buon siero, per quanto sempre inferiore a quello della pecora e del coniglio.*

La pecora poi sarà sempre da preferirsi; e non solo per il grado più elevato d'immunità che può raggiungere, ma anche perchè sotto lo stesso trattamento il suo siero subisce sull'apice della curva vaccinale minori oscillazioni di quello del coniglio e dell'asino (1).

III.

Ricerche comperative fra il nostro siero antipneumonico e quelli più comunemente conosciuti.

Stabilito che il nostro siero di asino ha finora un valore di 0,5 ‰, e che quello di pecora e di coniglio può raggiungere un valore di 0,25 ‰, anche quando il controllo muore molto rapidamente, in 12-15^h, abbiamo voluto vedere quale fosse, di fronte allo stesso metodo di determinazione, il potere curativo dei sieri Römer e Pane, i soli che a tutt'oggi si trovino in commercio.

---

(1) Questa conclusione è stata largamente confermata da ulteriori esperienze; tanto da dover ritenere l'asino come animale molto infido, quindi poco adatto per la preparazione del siero antipneumonico.

a) ***Siero Römer*** (1).

I risultati ottenuti col siero Römer sono riportati nel quadro seguente:

Num.° d'ordine	Quantità di siero per $^0/_{00}$	Risultati		Controlli
		vive	muore	
1	0,5 cm^3	—	+ 3 ½ g.ni	+ 36 ore
2	1 »	—	+ 3 ½ g.ni	+ 48 »
3	2 »	—	+ 3 g.ni	+ 12 »
4	3 »	—	+ 2 g.ni	+ 31 »
5	4 »	—	+ 50 ore	+ 24 »
6	5 »	vive	—	+ 46 »

Dunque *il siero Römer provato contro il nostro virus salva dalla morte solo alla dose di cui* 5 $^0/_{00}$, ma pure a questa dose agisce in modo incompleto, perchè l'animale cui fu iniettato presentò febbre per tre giorni (40,6), retrazione di lunga durata degli arti posteriori, specie dal lato destro.

Quindi *il valore immunizzante del siero Römer è inferiore al* 5 $^0/_{00}$, che è il termine maggiore da noi provato, *ossia è oltre 20 volte inferiore al nostro.*

È strano poi il fatto che la morte degli animali iniettati in serie avvenne tanto più presto quanto maggiore fu la dose del siero introdotta; ciò che lascia supporre nel siero stesso l'esistenza di principi disturbatori che in buona parte annullano l'azione delle poche sostanze immunizzanti insieme contenute.

Per questi fatti si deve concludere *che il siero Römer è assolutamente da escludersi nella sieroterapia antipneumonica.*

b) ***Siero Pane.***

Esaminiamo dapprima i fatti, poi vedremo quale interpretazione debbano avere.

La ricerca sul siero Pane fu fatta con varii campioni; alcuni acquistati alla Farmacia Montini di Genova incaricata dello smercio; altri avuti direttamente o indirettamente dall'Istituto sieroterapico di Napoli.

Di tali campioni solo una parte era senza aggiunta di sostanza disinfettante qualsiasi; l'altra conteneva acido fenico o tricresolo nella proporzione indicata dal Pane.

Nel seguente quadro sono riportati i risultati ottenuti, insieme a tutte le indicazioni che si trovavano sulla boccetta contenente il siero sperimentato.

---

(1) Le boccette di questo siero portavano la Marca E. Merck; erano chiuse alla lampada e ciascuna conteneva 10 cc. di liquido.

Num.° d'ordine	Giorno mese anno	Indicazioni del fiacone	Siero per Kilogr	Risultati		Fenomeni presentati	Alterazioni alla sezione	Controlli
				vive	muore			
1	11. VI. 02.	N.° 2. op 150. Cont. 28 V. 02 ac fenico	2 cm³	vive	—	Fnl. P. - 100.	—	+ 60 ore
2	23. II. 04.	Senza indicaz ac. fenico	» »	vive	—	Fnl. Feb. (39,9).	—	+ 36 »
3	29 II. 04	N.° 2. op 171. Cont 22.XII 03. tricresolo	» »	—	+ 5 ½ g.ni	—	Polisierosite	+ 26 »
4	16. III. 04.	Senza indicaz tricresolo	» »	vive	—	Febb. 4 g.ni (40) P. - 90 .	—	+ 12 »
5	23. III. 05.	N.° 2. op 185. Cont 10. III. 05.	» »	vive	—	Fng	—	+ 15 »
6	8. V. 04.	Senza indicaz.	1 cm³	vive	—	Fng. Marantico P. - 310 gr.	—	+ 60 ore
7	1. VII. 02.	Asino 19. 12. VI. 02.	» »	—	+ 3 ½ g ni	—	Setticemia .	+ 4 g.ni
8	15. VI. 02.	N.° 2. op. 150. Cont. 28 V. 02. ac. fenico	» »	—	+ 2 ½ g ni	—	Setticemia .	+ 34 ore
9	29. II. 04.	N.° 2. op. 171. Cont 22. XII. 03. tricresolo	» »	—	+ 8 g.ni	—	Infiltr. sottoc. Setticemia	+ 26 »
10	23. III. 05.	N. 2. op. 185. Cont. 10. III. 05. tricresolo	» »	vive	—	Fng. P. - 70 gr.	—	+ 15 »
11	5. IV. 05.	» »	» »	—	+ 7 ½ g.ni	—	Setticemia .	+ 24 »
12	15. IV. 05	» »	» »	vive	—	Fng	—	+ 20 »
13	1. V. 05.	11. IV. op. n.° 35.	» »	vive	—	Feb. 6 g ni (40,2). Fnl . .	—	+ 36 »
14	12. V. 05	» »	» »	—	+ 8 g.ni	—	Peritonite fibrinosa	+ 39 »
15	16. V. 05	» »	» »	vive	—	Feb. 8 g.ni (41). Fng. P. - 150.	—	+ 14 »
16	25. VI 05.	15. IV. op n.° 11.	» »	vive	—	Feb. 10 g ni (41,6). Fng P. - 150.	—	+ 27 »
17	23. III. 05.	N.° 2. op 185 ecc	0,5 cm³	—	+ 5 ½ g,ni	—	Perit. fibr Mediastinite ant.	+ 15 ore
18	1. V. 05.	11. IV. op n.° 35.	» »	vive	—	Feb. 3 g ni (40,2) Fnl. Diarrea	—	+ 36 »
19	9. V. 05.	» »	» »	—	+ 5 ½ g.ni	—	Setticemia .	+ 21 »
20	14. V. 05,	» »	» »	—	+ 16 g.ni	—	Setticemia .	+ 12 »
21	25. VI. 05.	15. IV. 05 n.° 11.	» »	vive	—	Feb. 12. g.ni (41,2) Fng. .	—	+ 27 »

Così, in 3 anni, dal 1902 al 1905, sono stati fatti col siero Pane n. 21 esperimenti, valendoci successivamente di n. 8 campioni diversi; di questi, n. 4 avevano aggiunto un disinfettante (acido fenico, tricresolo), e n. 4 erano senza alcuna aggiunta. Con tali campioni 5 volte il siero fu provato al 2 ‰, 11 volte all' 1 ‰ e 5 volte a 0, 5 ‰.

Il risultato complessivo di queste ricerche è stato, che sopra 21 animali operati con differenti dosi di siero, da 0, 5 a 2 cc. p. ‰, 12 sono sopravvisuti e 9 sono morti.

Peraltro, in nessuno dei sopravvissuti, la dose di siero usata, anche quella massima di cc. 2 ‰, si è mostrata mai completa, perchè tutti gli animali scampati alla morte presentarono fenomeni di malattia più o meno gravi, specie sintomi nervosi interessanti uno o più arti, spesso di lunghissima durata o permanenti; sintomi che si ripetevano o si aggravavano ad ogni iniezione fatta successivamente con la stessa quantità di coltura di cc. 0, 2 o con dosi progressivamente crescenti.

Dopo i fenomeni nervosi, l' altro fatto che più di frequente interveniva in questi animali, era l' infiltrazione pastosa del connettivo sottocutaneo, generalmente in corrispondenza dell'arto spasmodicamente contratto, spesso in vicinanza delle epifisi o in corrispondenza di una delle sue articolazioni.

Invece il sintomo che più di frequente mancava o si manifestava a grado non molto elevato, era la febbre; che peraltro compariva, ed era abbastanza alta ed insistente, quando si verificavano le localizzazioni secondarie di sopra ricordate.

Riguardo agli esperimenti terminati con esito letale, si poteva osservare che raramente la morte degli animali avveniva in primo tempo; di solito accadeva al 3°-8° giorno di malattia, con manifesto ritardo su quella dei controlli. Alla sezione si notava setticemia e polisierosite; mai infiammazione fibrinosa circoscritta al solo peritoneo, come suole accadere negli animali a grado incompleto ma abbastanza elevato d' immunità.

Da tutto questo si poteva facilmente concludere, *che il siero Pane da noi esaminato non si è mostrato completo nemmeno alla dose del 2 ‰, e che di tutti i sintomi i meno influenzati dallo stesso siero sono quelli relativi al sistema nervoso.*

Un altro fatto che colpisce all'esame complessivo degli esperimenti in questione, è la poca costanza nei risultati ottenuti con uno stesso campione usato alla medesima dose (conf. i n. 10, 11 e 12; i n. 13, 14 e 15; e i n. 18, 19 e 20); per la quale incostanza si vedono nelle identiche condizioni di esperimento morire alcuni animali mentre altri sopravvivono, per quanto più o meno gravemente ammalati. — Egualmente impressiona in alcuni casi la maggiore sopravvivenza degli animali che ricevettero una dose minore di siero di fronte a quelli che ebbero una dose superiore del doppio (conf. i n. 3 e 9); ciò che non ci lascia punto tranquilli sulla completa sua depurazione.

Stando quindi ai risultati bruti dell' esperimento si deve concludere, che *mentre il nostro siero raggiunge il valore completo di 0, 25 ‰, quello del Pane si mostra incompleto anche alla dose del 2 ‰; perciò il siero Pane ha un potere immunizzante e curativo oltre otto volte inferiore al nostro.*

Che poi l' esatta determinazione di un siero antipneumonico debba essere fatta sopra quel titolo che agisce in modo completo, cioè che preserva dallo sviluppo di qualsiasi fe-

nomeno di malattia, e non su quello che salva semplicemente dalla morte, questo risulterà chiaro quando fra breve spiegheremo il meccanismo col quale un siero antipneumonico deve esercitare la sua azione per riuscire veramente efficace. Intanto, da quanto è stato finora esposto, si comprende facilmente che prendendo a base della valutazione l' ultimo criterio, si cadrebbe nell' inconveniente grave di avere in alcuni casi, come avviene appunto per il siero Pane, una scala troppo larga, nella quale un animale può sopravvivere, pur presentando fenomeni più o meno gravi di malattia, tanto se ha ricevuto 2 $cm.^3$ quanto 1 o 0,5 $\%_{00}$ di siero.

Nè tale differenza nel valore dei due sieri deve sembrare cosa di poco conto; anzi per il genere d' infezione di cui è parola, sopratutto in ordine alla debole potenza della rispettiva tossina (non confrontabile certamente con quella del tetano e della difterite) può dirsi grandissima, anche per la dose molto minore del nostro siero che sarà necessaria per ottenere gli stessi effetti di quello Pane.

Scendendo ora ad esaminare i singoli gruppi di esperimenti, si trova che mentre col siero Pane al 2 $\%_{00}$ muore solo un animale, ossia $^1/_5$ di quelli operati, con lo stesso siero all' 1 $\%_{00}$ ne muoiono 5, ossia quasi la metà, e con una dose di 0,5 $\%_{00}$ ne muoiono 3, vale a dire $^3/_5$.

Riguardo poi ai risultati ottenuti coi varii campioni, diciamo subito che non troviamo gran differenza per l' aggiunta al siero di acido fenico o di tricresolo; invece salta subito agli occhi la incostanza di questo siero e le differenze grandissime tra campioni che sono segnati con lo stesso titolo, (conf. i due campioni n. 2 op. 150 ed op. 171).

Per ultimo comparando fra loro i varii saggi studiati dal 1902 ad oggi si rileva indubbiamente un sensibile e progressivo miglioramento; ma questo riguarda solo la percentuale della mortalità, mai lo sviluppo dei fenomeni nervosi, che non mancarono nemmeno nel siero di più recente produzione da noi esaminato, per quanto salvasse assai più spesso il coniglio dalla morte a dosi abbastanza basse, di 0,5 $\%_{00}$.

Questi sono i fatti relativi al siero Pane quali emergono dal considerare semplicemente il risultato bruto, ossia gli effetti apparenti dello esperimento; e con lo studio di questi fatti noi possiamo dire di aver risoluta la prima parte del problema che ci siamo proposto, cioè se questo siero salva gli animali dalla morte, a che dose, con quali e quante probabilità.

Venendo ora alla seconda parte della questione che riguarda l' interpretazione delle cose da noi osservate, dobbiamo per primo determinare perchè ed in qual modo il siero Pane in alcuni casi salva gli animali; ciò che ci spinge ad esaminare l' intimo meccanismo di azione del siero antipneumonico.

Ricordiamo anzitutto le opinioni molto diverse che si hanno al riguardo e che pos sono così raggrupparsi.

1° Azione antitossica:

G. u. F. Klemperer; (*Berliner Klin. Wochenschrift*, 1891).

Tizzoni e Panichi; (Vedi citazioni dei nostri precedenti lavori su questo argomento).

2° Azione battericida:

Emmerich; (*Zeitsch. f. Hygiene*, 1894 Bd. XVII, pag. 412).
Pane; (*Atti della R. Accad. Med. Chirurgica di Napoli* n.° 3. Anno 1897).
Bonome; (*Riforma Medica*, 1891).
Römer; (*Arch. f. Ophthalmologie*, 1902).
Weichselbaum; (*Kolle-Wassermam' s Handbuch d. path. Mikroorganismen* Bd. IV).

3° Il siero stimola la fagocitosi dei globuli bianchi:

Jssaëff; (*Annales de l' Institut Pasteur*, 1893).
Mennes; (*Zeitsch. f. Hygiene* Bd. XXV, 1897, pag. 413).
Huber; (*Berliner Klin. Wochenschrift*, 1903, pag. 358).

4° Il siero aumenta la resistenza dei tessuti verso i prodotti dello pneumococco:

Foà; (*Arch. p. le Scienze mediche* Vol. XVII, Anno 1893, pag. 419).

Ora lo studio di tale questione offre nel caso speciale il maggiore interesse, perchè qui non si tratta di sieri, come quello antitetanico e antidifterico, che sono saggiati di fronte a semplici tossine molto specializzate, e nei quali è facile pensare che la loro azione ed il loro potere dipendono esclusivamente dalla neutralizzzazione della rispettiva tossina e dalla quantità che ne può essere neutralizzata, bensì di sieri che si trovano di contro agli elementi molto complessi di una coltura intiera (bacilli, loro prodotti); elementi che anche presi separatamente hanno in questa infezione una importanza particolare. — Ciò giustifica pienamente la moltiplicità di opinioni tanto disparate emesse a questo proposito e di sopra riportate.

Ma, per arrivare a conoscere in modo completo il meccanismo col quale un siero agisce contro una data coltura, bisogna prima stabilire come e perchè tale coltura determina nell' uomo e negli animali la malattia e la morte; ciò che faremo per lo pneumococco del Fränkel ricapitolando specialmente quanto al riguardo fu già rilevato dalle nostre particolari osservazioni.

Era già noto, anche per le ricerche del Foà (1), che le colture dello pneumococco del Fränkel possono distinguersi per la loro azione patogena in due varietà; in una, cioè, in cui predominano i caratteri tossici (varietà edematogena), ed in una in cui i caratteri della setticemia hanno un assoluto predominio (varietà fibrinogena).

Era egualmente conosciuto per gli studi del Mennes (2) che la tossicità delle colture di pneumococco non cresce di pari passo con la loro virulenza; che anzi molto spesso il potere tossico e settico di tali colture stanno fra loro in manifesto antagonismo, per cui di tanto aumenta il primo di quanto diminuisce il secondo e viceversa.

---

(1) Foà — Sulla infezione da diplococco lanceolato Arch. per le Scienze Mediche, Vol. XVII; pagina 381 e seg., Anno 1893.

(2) Mennes — Das Antipneumokokken — Serum und das Mechanismus der Immunität des Kaninchens gegen den Pneumococcus — Zeitschr. f. Hygiene, Bd XXV, pag. 413 e seg., 1897.

A queste conoscenze noi abbiamo aggiunto quella relativa al modo di crescere considerevolmente la tossicità della coltura artificiale mediante l' uso di appropriati mezzi di nutrizione in cui la reazione alcalina rimane immutata, mentre è noto che nelle colture in brodo ordinario tale reazione diviene prontamente e decisamente acida. Ora è appunto a questo fatto che noi attribuiamo la più grande importanza per la produzione e la conservazione della sostanza tossica della coltura, la quale nella solite colture in brodo comune, per il sollecito intervento della reazione acida, o non si sviluppa, o una volta sviluppata viene rapidamente attaccata e distrutta.

Dati questi fatti, si comprende come la vaccinazione possa esser fatta con due tipi differenti di coltura; uno essenzialmente tossico, l'altro quasi destituito di ogni velenosità, per quanto in quest' ultimo caso le colture possano mostrare fortemente esaltato il loro potere settico in seguito a ripetuti passaggi sugli animali; ed in modo che anche un' enorme diluizione di tali colture, la quale permetta appena l' introduzione nel corpo di un limitatissimo numero di germi, arriva, come avviene nelle colture del Pane, a dare nel coniglio effetti molto sicuri e rapidamente letali.

Riguardo al tossico contenuto nelle colture dello pneumococco, non staremo a ripetere quanto in proposito è stato pubblicato dai varii AA., avvendone parlato diffusamente in una recente nostra pubblicazione (1). Ricordiamo solamente che per le nostre particolari ricerche risulta che il tossico di cui è questione non ha nulla a che fare col veleno della febbre (pirotossina) e col veleno marantizzante, i quali derivano indubbiamente dal corpo dei batteri (proteine); questi sono veleni comuni che possono originarsi da germi di specie diversa e che si trovano in grandissima quantità anche nella coltura dello pneumococco del Fränkel fatta in brodo ordinario, a reazione manifestamente acida. Il tossico al quale alludiamo è un veleno specifico che si forma prestissimo nella coltura (19^{h}), che è rapidamente scomposto dalla azione degli acidi e del calore, che agisce elettivamente sulla parete dei vasi, alterandone profondamente la loro permeabilità, e sulle cellule gangliari del sistema nervoso centrale.

Naturalmente questo tossico, per le parti che attacca e le lesioni che determina, non si fa riconoscere negli animali con manifestazioni altrettanto palesi e caratteristiche come quelle che producono i veleni del tetano e della difterite, che sono capaci in ambidue i casi di ripetere negli animali il quadro molto classico della malattia e la morte.

Nè si può facilmente separare questa tossina, perchè, anche nelle migliori condizioni di coltura, essa assai raramente si trova nel filtrato in tale quantità da riprodurre sugli animali il quadro della malattia e la morte.

Dunque la presenza di questa tossina, più che col solito metodo della iniezione del filtrato, è dimostrata dai fenomeni che presentano gli animali nella infezione da pneumococco, dalle alterazioni specifiche che si rinvengono alla sezione, e dagli effetti determinati dal siero antipneumonico sui fenomeni della malattia.

I fenomini specifici originati dalla tossina introdotta colla coltura o da quella prodot-

(1) Tizzoni e Panichi — Memoria Cit.

tasi nel corpo per la moltiplicazione degli pneumoccochi, sono rappresentati da disturbi nervosi, che dalle forme più leggiere di paralisi spastiche localizzate, vanno a forma generalizzata od a vere paralisi flaccide.

Le corrispondenti alterazioni, che rappresentano altrettante sedi di elezione di questo virus, sono quelle da uno di noi (1) descritte nella parete dei vasi e nelle cellule gangliari dal sistema nervoso centrale.

Gli effetti del siero sono tanto più sicuri e completi quanto più negli animali che sopravvivono i fenomeni nervosi sono allontanati; viceversa nei sieri debolmente antitossici o quasi esclusivamente battericidi l'animale può sopravvivere, ma i fenomeni nervosi di cui più volte si è tenuto parola non vengono menomamente o solo debolmente influenzati.

Così di questa tossina specifica, di cui non può esser offerta, o molto incostantemente, una prova diretta, come per quella del tetano e della difterite, noi abbiamo fornite tutte le prove anatomiche e sperimentali; di essa poi non possiamo arrivare nell' animale vivo a valutarne tutti gli effetti, data appunto la sede (parete dei vasi) sulla quale prevalentemente esercita la sua azione, ma solo in quanto determina emorragie nel sistema nervoso centrale e alterazioni nelle cellule gangliari.

Peraltro, se anche questa tossina non è così energica e non dà un quadro così classico come quello del tetano e della difterite, se la sua azione negli animali è meno manifesta perchè si estrinseca principalmente, come abbiamo detto, sopra un tessuto i cui fenomeni morbosi sono in generale meno apprezzabili, non per questo i suoi effetti sull'organismo sono meno pericolosi di quelli delle altre tossine ricordate.

Tutto questo dovevamo necessariamente ricapitolare per comprendere come spontaneamente si determina la malattia nell' uomo e come avvenga quella che si provoca sperimentalmente negli animali; finalmente come nell' uno e negli altri si produca la guarigione per mezzo del siero antipneumonico.

Nell' uomo la coltura naturale di pneumococco che avviene nei polmoni dà luogo allo sviluppo di una tossina identica a quella delle nostre colture artificiali; la quale tossina agisce prima localmente, dopo, una volta assorbita, determina fenomeni generali; localmente ledendo in modo molto grave la parete dei vasi sanguigni e originando un essudato a carattere emorragico; sul generale dell'organismo producendo i fenomeni d'intossicazione diffusa che nella polmonite s' impongono alcune volte in modo molto grave e caratteristico, e che si riferiscono specialmente al cuore, all'albero vascolare ed al sistema nervoso centrale.

E negli animali le cose non passano diversamente; solo che qui i germi, oltre che nei tessuti, si moltiplicano anche nel sangue, originando una vera forma setticoemica. Ma anche in questo caso, tanto il veleno introdotto primitivamente in circolo con la coltura, quanto quello che si produce secondariamente nel corpo per la moltiplicazione dei germi, determina le stesse alterazioni delle pareti dei vasi che danno a questa infezione il carattere emorragico che la qualifica.

---

(1) Panichi — Contributo alla patogenesi della paralisi pneumococciche sperimentali. *Rivista di patologia nervosa e mentale,* anno 1905.

Dunque nessuna differenza fra quanto avviene nell' uomo e quanto accade nel coniglio; solo che in questo l' infezione è diffusa al sangue, ed il veleno che vi si produce o che vi è stato introdotto con la coltura, si trova subito a contatto con la parete dei vasi sulla quale agisce direttamente, mentre che nell'uomo esercita dapprima la sua azione sulla parte nella quale si produce, dove dà luogo alla formazione di un essudato emorragico, e solo quando questo veleno è passato in circolo produce i fenomeni generali di cui si è tenuto parola.

Ricordati questi fatti riesce facile farsi un' idea chiara del meccanismo d'azione di un siero antipneumonico.

Per il nostro siero, non vi ha dubbio alcuno, che esso agisce principalmente per le sue proprietà antitossiche, per la presenza, cioè, della *antipneumo-tossina;* lo stesso ammettono per il loro siero i fratelli G. ed F. Klemperer che primi hanno avuto un siero veramente efficace, forse per la bontà del materiale iniettato agli animali (escreato pneumonico), molto superiore a quello delle ordinarie colture artificiali. Questo lo provano le nostre ricerche sulla persistenza dei germi in circolo allo stato d' inattivazione dopo che la tossina specifica introdotta colla coltura è stata completamente neutralizzata col mezzo del siero; questo anche più lo dimostra l' allontanamento completo negli animali dei fenomeni riguardanti il sistema nervoso, anche quando si usano dosi molto piccole di siero (0, 5; 0, 25 p. $^0/_{00}$); questo finalmente lo conferma il passaggio rapido e assolutamente netto fra la dose che agisce in modo completo e quella che esercita un'azione incompleta. In generale se 0, 5 p. $^0/_{00}$ è il limite minimo della dose completa, una quantità di siero minore della metà, o non salva affatto dalla morte, o dopo aver determinato negli animali fenomeni morbosi molto gravi, con predominanza di quelli del sistema nervoso centrale.

Invece, per il siero Pane, le cose si passano molto diversamente; i fenomeni nervosi si riscontrano sempre, anche dopo alte dosi di siero; manca per la stessa dose ogni costanza di risultati; il passaggio fra l' azione completa e quella incompleta del siero è meno netto, meno brusco, ossia la scala della mortalità non corrisponde affatto con quella della morbilità, essendo la seconda molto più larga della prima.

Quindi, mentre il nostro siero agisce principalmente per le sue proprietà antitossiche, queste mancano invece, o si riscontrano solo in minimo grado, nel siero Pane.

Risulta infatti evidente che il nostro siero agisce, non sui germi, ma sulla pneumotossina, e che il suo potere curativo è in rapporto diretto con le sue proprietà antitossiche; invece quello Pane, anche ad alte dosi, non possiede che una debole azione neutralizzante sulla tossina specifica, quindi la sua efficacia deve essere in ragione delle sue proprietà antibatteriche.

Già a questo riguardo la coltura fatta dalla stessa matrice in siero Pane ed in siero nostro, pure di asino, ci aveva dimostrato che la prima nasce assai più tardi e più poveramente della seconda.

Ma in modo più preciso le colture piatte in agar, addizionato di una piccola quantità di siero di cavallo (cm.^{3} 0, 2) per rendere possibile lo sviluppo di una coltura molto at-

tiva come quella in brodo speciale, ci hanno meglio precisato l'azione battericida del siero Pane in confronto a quella del nostro (1).

Delle molte prove fatte a questo riguardo, che ebbero tutte lo stesso effetto, ci limitiamo qui a riportarne solo alcune, che riuniamo nel quadro seguente, in cui sono comparativamente raccolti i risultati ottenuti con siero ricavato dai nostri animali (asino, pecora) e quelli avuti dal siero Pane, dopo un tempo variabile di contatto fra siero e coltura, da 3 a 24 ore. In queste prove si usò sempre la stessa diluizione, rappresentata da un'ansa di coltura in brodo speciale (coltura vecchia di 19 ore) per 1 cc. di siero di cui si voleva esaminare il potere battericida.

In questo quadro poi la moltiplicazione secondaria dei germi, che si verificò in quei casi nei quali si era avuta una primitiva diminuzione del loro numero, deve essere interpretata con la perdita di una parte del potere battericida del siero in seguito ad una più lunga sua permanenza alla temperatura della stufa (37° C.).

Il conteggio delle colonie nelle colture piatte veniva fatto sempre a periodo fisso (24^h), perchè una maggiore esposizione della coltura stessa alla temperatura alta della stufa rendeva assai più ricco il numero delle colonie, per lo sviluppo più tardivo di quei germi che invece di essere uccisi dal siero, avevano subìto semplicemente per opera di questo una inibizione nel loro sviluppo.

Materiale provato	N°. dei germi delle diluizioni	Ore			
		3	**6**	**10**	**24**
Brodo speciale	19	74	75	357	687
« »	198	373	480	652	741
Siero Pane . .	11	2	7	91	117
» »	26	19	28	146	155
» »	58	63	93	60	165
Siero nostro:					
Asino . . .	265	495	435	760	762
Pecora A. .	58	61	196	148	259
Pecora B. .	53	118	164	208	444

Da questa tabella risulta che il siero Pane determina una sensibile diminuzione dei germi seminati, diminuzione che è tanto maggiore e tanto più rapida, quanto meno ricca è la seminagione. Risulta ancora dalla stessa tabella che per l'azione del siero Pane il numero delle colonie raggiunto dalla coltura dopo 24 ore è sempre inferiore a quello delle colture in brodo speciale, ed anche a quello delle colture fatte con germi tenuti a

(1) Noi usavamo in questo caso il siero ricavato da cavalli vaccinati contro il tetano del quale precedentemente era stata riconosciuta la sua assoluta sterilità.

contatto per lo stesso tempo col siero dei nostri animali (asino e pecora); e ciò per quanto si usasse un campione dei nostri sieri che aveva un valore curativo superiore a quello del siero Pane.

Invece il nostro siero non determinò mai diminuzione del numero dei germi, e solo si notarono quelle piccole differenze che sono facilmente spiegabili nel conteggio di una coltura molto ricca.

Quindi il siero Pane possiede un' azione antibatterica che manca nel nostro, mentre ha di questo una minore azione antitossica: ciò equivale a dire che *il siero Pane agisce prevalentemente per il suo potere battericida mentre il nostro per il suo potere antitossico.*

Questo è pienamente conforme a quanto il Pane stesso ammette in un lavoro al riguardo (1), in cui, come abbiamo accennato, nega l' esistenza nella coltura dello pneumococco di una tossina specifica, e ritiene che l' efficacia del suo siero dipende esclusivamente dalle sue proprietà antibatteriche; dimostra poi che lo stesso siero non è antitossico perchè i conigli immunizzati sono più sensibili dei controlli alle iniezioni endovenose di brodo-coltura la cui vitalità sia esaurita per vecchiaia.

Aggiungiamo che mentre il siero Pane possiede un potere agglutinante abbastanza elevato e dimostrabile anche con una diluizione 1 : 10, quello nostro, nei gradi maggiori di sua attività, ha un debolissimo potere agglutinante, il quale non si rende manifesto altro che quando s' innesta direttamente la coltura nel siero non diluito.

Tutto questo è molto naturale e facile a spiegare quando per la vaccinazione si usano colture fatte negli ordinari substrati di nutrizione, anzi che sopra a mezzi speciali.

Infatti in queste colture si ha difetto o mancanza assoluta di tossina specifica, e per converso sviluppo molto ricco di germi con abbondante produzione di proteine batteriche. Quindi il corrispondente siero deve essere antitossico in debolissimo grado, ed invece, per l' abbondanza nella coltura di proteine batteriche e dei corpi dei batteri, deve essere battericida ed antitermico al massimo grado.

Dunque il siero Pane, come ammette lo stesso A., non è antitossico, ma agisce esclusivamente o prevalentemente per la sua azione antibatterica; e con questo si interpretano facilmente tutti i risultati da noi avuti con questo siero negli animali.

Ed invero la mancanza di fatti prossimi di setticemia e di morte si spiegano bene per la riduzione della dose dei batteri iniettati dovuta all' azione battericida del siero, non che all' azione agglutinante, attenuante che questo esercita sui germi rimanenti; la presenza costante dei fenomeni nervosi, lo abbiamo detto più volte, riconosce la sua ragione nella mancanza di una spiccata azione antitossica del siero; la incostanza dei risultati con la stessa dose di siero e la sopravvivenza in questi casi di alcuni animali solamente, è dovuta, più che all'azione diretta del siero, alla sua azione indiretta. Infatti, data la distruzione primitiva di buon numero di germi iniettati, date specialmente le localizzazioni secondarie dei rimanenti, facili a verificarsi specie nelle parti paralizzate in prossimità delle articolazioni, con facilità si può determinare una immunità attiva in quei soggetti

---

(1) Pane — Lav. cit.

che sopravvivono un certo tempo allo esperimento e che per natura si mostrano più resistenti alla infezione. Così, non sarebbe il siero che in questi casi salverebbe gli animali, che altrimenti per la stessa dose percentuale sempre identico dovrebbe essere il risultato: bensì i prodotti che derivano dalla azione battericida del siero e quelli che si formano nelle lesioni secondarie; i quali prodotti determinerebbero nei soggetti più resistenti, in cui il processo decorre più lentamente, una specie d'immunità attiva che finirebbe per salvare l'animale dalla morte.

Finalmente data la possibilità di ottenere con la coltura dello pneumococco del Fränkel un siero antitossico ed un siero antibatterico, dobbiamo esaminare quale dei due può avere maggiore efficaccia nella pratica, quindi se il nostro per le applicazioni sull'uomo deve preferirsi a quello Pane.

E qui se riandiamo a quanto è stato precedentemente ricordato riguardo al meccanismo col quale nell'uomo si determina la polmonite, nonchè al modo col quale debbono interpretarsi i fenomeni locali e generali che l'accompagnano, il giudizio non sarà troppo difficile. Basta pensare che in questa malattia la gravezza dei fenomeni generali non sta sempre in rapporto con l'estensione dei fatti locali, e che la polmonite mai o molto raramente uccide per ragioni meccaniche; basta ricordare che in essa il pericolo maggiore è dato dalla intossicazione generale, specie per l'azione del tossico sul cuore e sui vasi; basta tenere nel giusto conto il meccanismo col quale si determina la crisi, in cui per effetto della sopravvenuta autoimmunizzazione abbiamo un vero e proprio svelenamento del corpo, mentre i germi permangono ancora vivi ed attivi nello essudato; basta pensare a tutto questo, diciamo, per convincersi facilmente che in tale malattia non è un siero antibatterico che può giovare, ma bensì un siero antitossico. Questo solamente avrà per effetto di svelenare l'organismo e di accompagnarlo senza pericolo fino alla crisi, che rappresenta la risoluzione spontanea della malattia, provocando e secondando il processo naturale della guarigione.

E, una volta svelenato l'organismo, i germi non saranno più di pericolo alcuno; quelli del polmone si elimineranno facilmente coll'essudato ridisciolto; quelli penetrati nel sangue vi potranno rimanere inattivati per lungo tempo, come avviene nel coniglio trattato col siero, e come abbiamo dimostrato poter avvenire per l'uomo dopo la guarigione spontanea della malattia (1).

Invece l'importanza dell'azione battericida, se deve essere riconosciuta nelle esperienze in vitro ed in quella sull'animale, in cui il siero e la rispettiva coltura sono direttamente introdotti nella circolazione, lo stesso non può affermarsi quando tale azione battericida deve esplicarsi in mezzo ad un essudato, nel quale i materiali del sangue arrivano considerevolmente modificati e subiscono scambi assai differenti da quelli dei tessuti normali.

---

(1) Tizzoni e Panichi — Sulla permanenza dello pneumococco del Fränkel nel sangue degli individui guariti di polmonite fibrinosa. — R. Accad. delle Scienze dell'Istituto di Bologna, 1905.

IV.

Conclusioni.

Queste nostre ricerche dimostrano:

1° Che l'asino e più specialmente la pecora possono fornire un eccellente siero antipneumonico applicabile all'uomo.

2° Che questo siero può raggiungere un valore curativo di cm^3 0, 5 p. ‰, od anche, come avviene nella pecora, un valore di cm^3 0, 25 ‰.

3° Che le nostre esperienze molto limitate non ci permettono ancora un giudizio definitivo sul cavallo.

4° Che la pecora, oltre al vantaggio sugli altri animali (asino, coniglio), di raggiungere una immunità più elevata, ha anche quello di dare minori oscillazioni sull'apice della curva vaccinale; e quindi di fornire con maggiore costanza un siero ad alto potere curativo.

5° Che la prima condizione per ottenere un siero curativo molto efficace è quella di possedere colture tossiche.

6° Che tale condizione si realizza coll'uso di speciali substrati di nutrizione nei quali la reazione del mezzo non diviene fortemente acida, come accade per il brodo ordinario ma si mantiene inalterata, cioè sempre debolmente alcalina.

7° Che l'iniezione della coltura intiera dà risultati migliori, più completi di quelli ottenuti col filtrato, coi bacilli lavati e coi rispettivi estratti.

8° Che la giusta dose di coltura ed il tempo conveniente della presa del sangue sono altre condizioni essenzialissime per la produzione di un buon siero.

9° Che la dose giusta non è proporzionale al peso dell'animale, pur essendo sempre molto bassa; di cm^3 1, 2 per il coniglio, di cm^3 1, 5 per la pecora e di cm^3 5 per l'asino.

10° Che in tutti questi animali ogni eccesso di dose nuoce anzi che giovare, rendendo il siero meno attivo ed alcune volte perfino predisponente.

11° Che passato il limite voluto, il ritorno successivo alla dose giusta allontana nella pecora e nell'asino i difetti del comma precedente, e permette ottenere di nuovo un siero con ottime qualità curative.

12° Che per lo pneumococco del Fränkel il periodo di distruzione e di trasformazione del veleno, coincide quasi con quello di assimilazione e di eliminazione del vaccino: così è molto limitato il tempo in cui il sangue presenta il più completo svelenamento ed il massimo di sostanza immunizzante, che è poi il tempo utile per la presa.

13° Che fuori dell'apice della curva della immunità, che non dura oltre 5-10 giorni, il siero apparisce nella parte ascendente della curva stessa molto meno attivo ed anche disponente, e nella sua parte discendente perde subito e molto rapidamente il suo potere curativo.

14° Che il tempo migliore per la presa del sangue è nel coniglio il 12°-15° giorno dopo l'ultima iniezione della dose giusta di coltura, nella pecora e nell'asino il 20°.

15.° Che il siero così ottenuto ha un potere antitossico molto elevato; per contro un potere agglutinante ed antibatterico molto basso.

16.° Che a questo potere antitossico ed alla quantità di antipneumotossina che contiene sono esclusivamente dovute le proprietà curative ed il grado d' azione del siero antipneumonico.

Con queste ricerche, adunque, noi siamo arrivati al fine che ci eravamo proposti, cioè di determinare tutte le condizioni di tempo, di dose, di coltura per le quali si può ottenere in modo costante dai grossi animali (pecora) siero antipneumonico ad alto potere curativo applicabile all' uomo.

E adesso, dopo superate con un lungo, paziente lavoro tutte le difficoltà che ci si pararono dinanzi, e che furono spesso causa d'insuccessi e di disillusioni, noi ci proponiamo, quanto più presto se ne offrirà l' occasione favorevole, di provare sull' uomo il siero raccolto dai grossi animali, per vedere se questo si mostra altrettanto efficace di quello raccolto dal coniglio (1).

Ciò crediamo doveroso di fare, dovendo avanti tutto convincere noi stessi della bontà ed efficacia di un siero, prima di lanciarlo nella pratica; perchè la produzione di un siero non deve essere gloria fugace ed esclusivo beneficio per chi lo fabbrica, molto meno un inganno o una delusione per il pubblico, ma solo può essere consentita quando è destinata a recare veri e reali benefizi all' umanità.

---

(1) Panichi — Primo saggio di applicazione all'uomo del siero antipneumonico Tizzoni-Panichi. *Gazz. degli Ospitali e delle Cliniche* n. 47; anno 1903.

AZIONI CHIMICHE DELLA LUCE

IV. MEMORIA

DI

GIACOMO CIAMICIAN e PAOLO SILBER

(letta nella Sessione del 12 Novembre 1905)

Die Sonne bringt es an den Tag.
ADALBERT von CHAMISSO.

Questa Memoria può essere considerata come la continuazione della seconda, perchè anche nel presente lavoro tratteremo delle trasformazioni che in varie circostanze i composti nitrici della serie aromatica subiscono per azione della luce. Il compito che ci eravamo proposti con le ricerche che qui descriveremo, era quello di allargare ed approfondire possibilmente lo studio dell' azione dei vari alcooli della serie grassa sul nitrobenzolo da un lato e di studiare il contegno del nitrobenzolo coll' aldeide benzoica e con altre aldeidi aromatiche dall' altro. La presente Memoria si divide però in due parti corrispondenti ai due problemi ora indicati.

Nitrobenzolo ed alcooli della serie grassa.

Nella citata seconda Memoria (1) abbiamo descritto il contegno del nitrobenzolo e di altri composti nitrici aromatici in soluzione alcoolica ed abbiamo fatto vedere che in questa reazione avviene un complicato processo di riduzione e di sintesi. Il composto nitrico si riduce ad ammina e contemporaneamente si forma anche la relativa base chinolinica. La reazione non è però d' indole molto generale perchè, fra i tanti sperimentati, solamente alcuni dei nitroderivati aromatici sono capaci di darla: il nitrobenzolo anzitutto e poi in grado diverso i nitrotoluoli. La ricerca non era però, con le esperienze fatte allora, sufficientemente sviluppata e restavano molte lacune che ora abbiamo tentato di colmare. Bisognava, come s'è detto da principio, approfondirla ed estenderla. Limitando lo studio al nitrobenzolo, che è quello che dà i migliori risultati, appariva necessario di esaminarne il contegno non solamente in soluzione di alcool etilico, ma anche in presenza di altri alcooli; quelli da noi adoperati furono il metilico, il propilico normale e l' isoamilico ordinario.

(1) Queste Memorie, Serie V, vol. X (1903).

Così facendo, era da sperarsi di poter afferrare in un caso o nell'altro, qualcuno dei prodotti secondari, che, nelle nostre esperienze del 1902, avevamo potuto appena intravedere. Perchè giova rilevare come nella riduzione del nitrobenzolo per azione dell'alcool ordinario non si formino soltanto l'anilina e la chinaldina, ma anche altre sostanze le quali fanno parte del quadro generale del fenomeno.

Anzitutto diremo che impiegando gli alcooli sopraindicati, le quantità di basi ottenute sono diverse. L'alcool metilico non produce quasi nessun effetto, col propilico si hanno rendimenti alquanto maggiori di quelli che danno l'alcool etilitico e l'amilico. Riferendosi a 100 gr. di nitrobenzolo, si ebbero le seguenti quantità di basi allo stato di cloridrati, quantità che devono intendersi date solamente in senso assai approssimativo:

coll' alcool metilico 0,2 gr.
coll' alcool etilico 6,8 »
coll' alcool propilico 8,5 »
coll' alcool amilico 6,6 »

Il prodotto della reazione è formato, come s'è detto, precipuamente di *anilina* e delle rispettive *basi chinoliniche*, che furono ottenute per sintesi da Doebner e von Miller appunto dall'anilina per condensazione colle aldeidi acetica, propionica ed isoamilica in presenza d'acido cloridrico. Le surriferite cifre indicano precisamente la somma dei cloridrati d'anilina e della relativa base chinolinica ottenute nei singoli casi. Le chinoline sono naturalmente le seguenti:

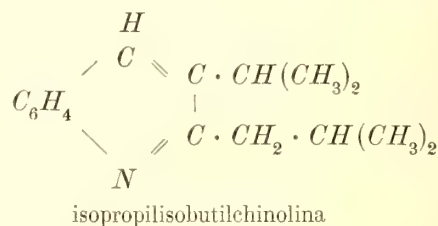
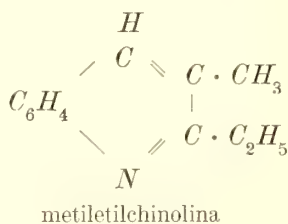
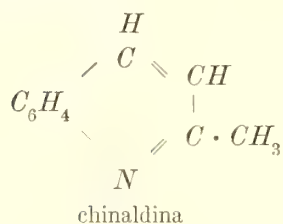
$$C_6H_4 \begin{array}{l} \diagup \overset{H}{C} \diagdown\!\!\diagdown CH \\ \quad\quad\quad\quad | \\ \diagdown \underset{N}{} \diagup\!\!\diagup C \cdot CH_3 \end{array}$$

chinaldina

$$C_6H_4 \begin{array}{l} \diagup \overset{H}{C} \diagdown\!\!\diagdown C \cdot CH_3 \\ \quad\quad\quad\quad | \\ \diagdown \underset{N}{} \diagup\!\!\diagup C \cdot C_2H_5 \end{array}$$

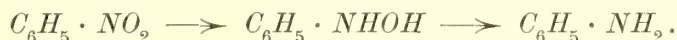
metiletilchinolina

$$C_6H_4 \begin{array}{l} \diagup \overset{H}{C} \diagdown\!\!\diagdown C \cdot CH(CH_3)_2 \\ \quad\quad\quad\quad | \\ \diagdown \underset{N}{} \diagup\!\!\diagup C \cdot CH_2 \cdot CH(CH_3)_2 \end{array}$$

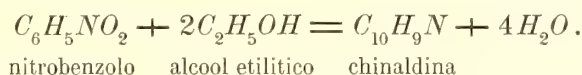
isopropilisobutilchinolina

Queste però non sono le sole sostanze che si formano nella reazione. Come s'è detto, vi sono degli altri prodotti che noi in parte abbiamo potuto ottenere e riconoscere. In tutti e tre i casi, che dell'azione dell'alcool metilico sul nitrobenzolo non si può tener conto, v'è una parte di prodotto solubile negli alcali, la quale, oltre a materie amorfe e resinose, contiene il *p-amidofenolo*. L'avere riscontrato la presenza di questo corpo ha un certo interesse, perchè essa sta ad indicare che la riduzione del nitrobenzolo per effetto degli alcooli avviene in singole successive fasi. Si potrebbe discutere se in questi casi, quale primo gradino di riduzione, sia da ammettersi il nitrosobenzolo, che certamente, come si vedrà più avanti, deve originarsi nella azione dell'aldeide benzoica sul nitrobenzolo. Forse con gli alcooli, come più idrogenanti, si sorpassa questa prima fase per giungere subito alla fenilidrossilammina. La formazione di quest'ultima non può essere posta in dubbio, perchè è noto con quale facilità essa dia il p-amidofenolo

$$C_6H_5 \cdot NHOH \longrightarrow C_6H_4(OH) \cdot NH_2 .$$

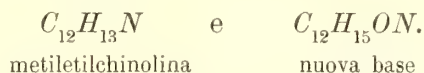
Anzi, non è forse impossibile che la fenilidrossilammina esista fra i prodotti della reazione e passi a p-amidofenolo nel trattamento con gli alcali. Si avrebbe dunque la seguente serie nella riduzione del nitrobenzolo con gli alcooli della serie grassa per azione della luce:

$$C_6H_5 \cdot NO_2 \longrightarrow C_6H_5 \cdot NHOH \longrightarrow C_6H_5 \cdot NH_2 .$$

Ma, come è noto, la reazione non si arresta qui, l' anilina rimane in parte inalterata, ma in parte subisce un processo di condensazione per cui si trasforma in basi chinoliniche. Non v' è da dubitare che nell' accennato processo di riduzione gli alcooli impiegati si trasformino in aldeidi, sebbene queste non sempre si rinvengano fra i prodotti della reazione; e facile però immaginare che esse in parte entrino in reazione coll' anilina per produrre le chinoline. Diciamo in parte soltanto, perchè l' anilina resta sempre in eccesso, mentre la quantità di aldeide prodottasi sarebbe sufficiente per trasformare il nitrobenzolo completamente nella base chinolinica. Per es.

$$C_6H_5NO_2 + 2C_2H_5OH = C_{10}H_9N + 4H_2O .$$

nitrobenzolo alcool etilitico chinaldina

Che cosa accada del resto dei composti aldeidici non lo possiamo dire, essi probabilmente contribuiranno alla formazione delle sostanze amorfe e resinose, che accompagnano sempre quelle chimicamente definibili. Le basi chinoliniche prenderanno origine secondo il ben noto schema della reazione dello Skraup, che qui è superfluo ricordare più particolarmente. Noi abbiamo cercato con grande insistenza di scoprire qualche prodotto intermedio del processo sintetico, perchè era da sperarsi che operando noi in assenza di catalizzatori energici quali sono gli acidi minerali, e giovandoci invece soltanto del delicato agente delle radiazioni luminose, la reazione potesse in parte arrestarsi ad una delle sue fasi intermedie. E realmente in questo senso qualche cosa ci fu dato di osservare impiegando l' *alcool propilico.* Nella parte basica del prodotto della reazione, accanto all' anilina ed alla metiletilchinolina, abbiamo rinvenuto un' alcaloide contenente in più una molecola d' acqua, della formola:

$$C_{12}H_{13}N \qquad e \qquad C_{12}H_{15}ON.$$

metiletilchinolina nuova base

Però disgraziatamente la quantità di questa interessante sostanza non era tale da permetterci di determinarne la costituzione. Si tratta di una base oleosa, di odore chinolinico ma alquanto pungente, probabilmente di natura terziaria.

Oltre ai prodotti ora indicati, abbiamo trovato sempre, cioè con tutti e tre gli alcooli da noi sperimentati, che l' anilina era accompagnata da piccole tracce di una base della formola $C_6H_7O_2N$. Disgraziatamente la sua quantità era così esigua da non bastare ad uno studio completo. Non è da escludersi che essa provenga da un impurezza del nitrobenzolo impiegato e noi ci auguriamo che questo interessante composto possa essere da noi o da altri ottenuto in maggiore quantità, in modo che la sua costituzione venga presto svelata. La base in parola fonde a 70-71° ed ha un odore pungente che ricorda quello dell' anilina

Nitrobenzolo ed alcool metilico.

Come s' è detto, l' alcool metilico agisce assai limitatamente sul nitrobenzolo ed anche dopo una prolungata insolazione non si ottengono che tracce di prodotti basici. Vennero esposti al sole, dal 30, IV (1902) al 27, I (1903), 200 c. c. di nitrobenzolo sciolti in un litro d' alcool metilico. Il prodotto è un liquido giallo. Trattato nel modo che si dirà più avanti e che non è essenzialmente diverso da quello descritto nella nostra seconda Memoria, si ebbe, dopo avere eliminato l' alcool ed, in soluzione acida, il nitrobenzolo, distillando indi con potassa e portando a secco il distillato saturato con acido cloridrico, un piccolo residuo cristallino di 0,4 gr. Esso conteneva cloruro ammonico e dava la reazione dell' anilina.

Nitrobenzolo ed alcool etilico.

Abbiamo ripetuta questa esperienza allo scopo di tentare di riconoscere i prodotti secondari della reazione, che non avevamo potuto avere in quantità sufficiente nelle prove fatte nel 1902. Il metodo di ricerca da noi seguito non è però essenzialmente diverso da quello descritto allora.

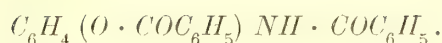
Vennero esposti in tutto alla luce 960 c. c. di nitrobenzolo sciolti in 2400 c. c. d' alcool al 98 pcto. dall' aprile-maggio alla fine di ottobre 1904. Dopo avere eliminato l' alcool a b. m. ed il nitrobenzolo con vapore acqueo dal liquido acidificato con acido cloridrico, la soluzione acquosa, acida, rimasta indietro venne agitata con etere, perchè concentrandola a b. m. dava un odore indolico. L' estratto etereo bruno e vischioso, era però poca cosa (circa 2 gr.) ed insufficiente per un' ulteriore esame.

La detta soluzione liberata da quanto poteva cedere all' etere, venne ora trattata con potassa in lieve eccesso e distillata nuovamente in corrente di vapore acqueo per raccogliere le basi e cioè segnatamente l' anilina e la chinaldina; di questa parte alcalina del prodotto diremo più avanti.

Il liquido acquoso, alcalino per eccesso di potassa, che resta indietro nell' accennata distillazione, è colorato in bruno e contiene in sospensione alquanta resina e materia carboniosa, da cui si filtra. In esso sono tenute in soluzione dall' alcali il *p-amidofenolo* assieme ad altre materie amorfe e resinose. Saturando però con anidride carbonica ed estraendo con etere si ottiene un prodotto nero, catramoso, il quale lasciato in contatto con poco etere in parte cristallizza. I cristalli che si possono agevolmente separare dal resto della massa, più solubile nell' etere, sono appunto il p-amidofenolo; per riconoscerlo con maggiore sicurezza l' abbiamo trasformato, seguendo l' esempio di R. Meyer ed J. Schäfer (1), nel *composto dibenzoilico*, per trattamento con cloruro di benzoile in soluzione alcalina. Il detto composto cristallizza dall' alcool in sottilissimi aghetti bianchi, i quali riempiono in massa tutto il liquido da cui si separano; il punto di fusione da noi trovato 235°, corrisponde a quello indicato dal Börnstein (2), il quale dà 234°. La sua composizione è

(1) Berichte 27, 3358. Vedi anche Ladenburg, ibid, 9, 1529.
(2) Ibid. 29, 1484.

quella ben nota

$$C_6H_4\,(O\cdot COC_6H_5)\,NH\cdot COC_6H_5\,.$$

Analisi:

Sostanza 0,1578 gr.; CO_2 0,4390 gr.; H_2O 0,0742 gr.

Sostanza 0,2566 gr.; azoto misurato a 4°,5 e 762 mm., 9 c. c.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{20}H_{15}O_3N$
C	75,87	75,71
H	5,22	4,73
N	4,32	4,41

La materia catramosa più solubile nell' etere, da cui venne separato il p-amidofenolo, si scioglie nell' acido cloridrico concentrato e per diluizione con acqua precipitano notevoli quantità di una resina nera. La soluzione cloridrica liberata dalla resina, dà con acido picrico un precipitato giallastro amorfo, ma tutti i tentativi fatti per ottenere da questa parte del prodotto sostanze che dessero sufficiente affidamento di purezza onde essere analizzate, riuscirono infruttuosi.

Dopo questo, ci siamo rivolti allo studio dei composti basici ottenuti nell' accennata prima distillazione in soluzione alcalina. Lo scopo nostro non era, come s' è detto, più quello di separare e riconoscere l' anilina e la chinaldina, da noi già riscontrate quali principali prodotti di riduzione del nitrobenzolo in soluzione alcoolica, ma bensì di andare in traccia delle sostanze che si producono in piccola quantità. La parte basica allo stato di cloridrato ammontava a gr. 61. Essa venne anzitutto trattata, in soluzione acquosa alquanto concentrata, con cloruro di platino. L' abbondante precipitato ottenuto, che contiene tutta la chinaldina, sciolto in acido cloridrico diluito a caldo, venne sempre a caldo scomposto con idrogeno solforato e il filtrato, in conveniente concentrazione, mescolato con la soluzione acquosa satura a freddo d' acido picrico. In questo modo il cloroplatinato poco solubile, ottenuto da principio, venne trasformato in picrato. Dei cloroplatinati solubili si dirà più avanti. La ragione di questo procedimento era quella di ricercare se il cloroplatinato insolubile fosse dato esclusivamente dalla chinaldina, o se ad essa, in piccole quantità, fosse associata qualche altra base. Il picrato per la sua maggiore solubilità si presta meglio del cloropatinato ad un processo di cristallizzazione frazionata. Esso fu fatto perciò cristallizzare sistematicamente dall'alcool, ma tutte le porzioni si mostrarono identiche, dal punto di fusione 194°, che corrisponde a quello, 191°, dato dagli Autori (1) per il *picrato di chinaldina*.

Analisi:

Sostanza 0,1798 gr.; CO_2 0,3416 gr.; H_2O 0,0599 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{16}H_{12}O_7N_4$
C	51,81	51,61
H	3,71	3,23

(1) Vedi Beilstein IV, pag. 308.

Non ci fu dunque possibile di scoprire nessun alcaloide che accompagnasse la chinaldina; come s' è detto e come si vedrà più avanti, invece coll' alcool propilico, oltre alla base chinolinica, si forma un' alcaloide ossigenato.

Ci restava ancora ad esaminare quella parte del prodotto basico, che non precipita col cloruro platinico e che è formato precipuamente dall' anilina. Il liquido filtrato dal cloroplatinato di chinaldina venne a tale scopo liberato dal platino con idrogeno solforato a caldo, concentrato e da esso quindi con potassa ed etere ricavate le basi che conteneva. Dalle nostre precedenti ricerche (II Memoria) sapevamo che in questa frazione, oltre all' *anilina* si trovano piccolissime tracce di un' altra sostanza, che si distingue per la minore solubilità del suo derivato acetilico. Però, come si fece allora, abbiamo trasformato tutto il prodotto in composto acetilico per ebollizione con anidride acetica, per sottoporlo poi ad un sistematico processo di frazionamento mediante cristallizzazione dell' acqua bollente. Separando sempre le prime parti, che si depositavano per raffreddamento, dal resto dell' acetanilide, che rimaneva in gran copia disciolta nell' acqua, riuscimmo ad ottenere anche questa volta, sempre ricristalizzando, una sostanza, che finì coll' avere il punto di fusione a 178-179°, mentre allora il prodotto fondeva già a 175°. Questo composto è il derivato acetilico della base $C_6H_7O_2N$, già menzionata nell' introduzione, ed ha formola

$$C_6H_6O_2N \cdot COCH_3 = C_8H_9O_3N$$

Analisi:

Sostanza 0,1517 gr.; CO_2 0,3155 gr.; H_2O 0,0743 gr.
Sostanza 0,1694 gr.; CO_2 0,3519 gr.; H_2O 0,0802 gr.
Sostanza 0,1549 gr.; azoto, misurato a 15° e 759 mm., 11,2 c. c.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_8H_9O_3N$
C	56,72	56,65	57,48
H	5,44	5,26	5,39
N	8,45	—	8,38

Peso molecolare:

In soluzione acetica

concentrazione	abbassamento	peso molecolare trovato	peso molecolare calcolato
0,661	0°,170	152	
1,291	0°,315	153	167
1,894	0°,470	157	

La sostanza è poco solubile nell' acqua anche a caldo, da cui si separa in aghi caratteristici, che facilmente si distinguono dalle scagliette dell' acetanilide. Dal derivato acetilico si ottiene assai facilmente la base allo stato di cloridrato, svaporandone la soluzione con

acido cloridrico a b. m. Il residuo cristallino si scioglie assai facilmente nell'acqua e dalla sua soluzione la potassa separa la base libera allo stato di goccie oleose, che tosto si solidificano. Venne estratta con etere e fatta cristallizzare dall' etere petrolico, in cui non è molto solubile. Si ottiene in grossi cristalli lamellari, che fondono a 70-71°.

Analisi:

Sostanza 0,1080 gr.; CO_2 0,2270 gr.; H_2O 0,0566 gr.

In 100 parti:

	calcolato	trovato per $C_6H_7O_2N$
C	57,32	57,60
H	5,83	5,60

Essa è poco solubile nell' acqua a cui non comunica reazione alcalina, massime col riscaldamento dà un odore simile a quello dell' anilina, ma alquanto pungente. Riduce appena il liquore di Fehling. La sua soluzione cloridrica riduce invece subito il cloruro d' oro; col cloruro platinico si ottiene un precipitato poco abbondante, che si scioglie a caldo con riduzione. Coll' acido picrico si separa *il picrato*, $C_6H_7O_2N \cdot C_6H_3(NO_2)_3O$, che cristallizza dall' acqua in aghi gialli, dal punto di fusione 185°.

Analisi:

Sostanza 0,1796 gr.; CO_2 0,2651 gr.: H_2O 0,0480 gr.

Sostanza 0,1712 gr.; azoto, misurato a 16° e 760 mm., 23 c. c.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{12}H_{10}O_9N_4$
C	40,27	40,68
H	2,97	2,82
N	15,66	15,82

Ne abbiamo preparato anche il *derivato benzoilico*, per trattamento della base con cloruro di benzoile in presenza di potassa. Il prodotto, che si forma nel liquido alcalino, venne seccato e cristallizzato dall' alcool metilico. Si presenta in tavole rombiche, insolubili nell' etere, che fondono a 192°. Esso ha la formola corrispondente al predetto composto acetilico, $C_6H_6O_2N \cdot COC_6H_5$.

Analisi:

Sostanza 0,1702 gr.; CO_2 0,4240 gr.; H_2O 0,0722 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{13}H_{11}O_3N$
C	67,94	68,12
H	4,71	4,80

Tutti questi corpi cristallizzano con la massima facilità e sono in genere poco solubili

nei solventi ordinari. Per questa loro proprietà ci fu possibile, malgrado la poca quantità di materia di cui disponevamo, di accertarne con sicurezza almeno la composizione chimica. La base avrebbe la formola di un' amidofenolo (biossiamidobenzolo), ma non ne ha i caratteri. Per la sua esigua quantità non ci fu possibile di eseguire altre prove concludenti. Essa sembra essere un ammina primaria, almeno pare possa formare un composto diazoico, il quale per scomposizione dà un prodotto di odore fenico e chinonico. Un odore chinonico si avverte pure ossidandola con cloruro ferrico o con bicromato.

Dalle ricerche che abbiamo fatto nella letteratura, non ci sembra che questo composto sia stato descritto fin' ora. Speriamo che noi od altri lo possa incontrare in quantità più abbondante per poterne determinare la costituzione. Come s' è detto più sopra, non è da escludersi che esso possa provenire da qualche sostanza che accompagni il nitrobenzolo; anzi noi, supponendo la presenza di qualche corpo tiofenico, abbiamo fatto la prova dello zolfo col sodio e nitroprussiato sodico, però con esito negativo.

Nitrobenzolo ed alcool propilico.

La reazione che si impegna fra questa coppia di sostanze per influenza della luce, corrisponde perfettamente all' altra ora descritta che ha luogo coll' alcool etilico. C' è di più però, come s' è detto nell' introduzione, questo: che la base chinolinica, cioè la metiletilchinolina, è accompagnata da un' alcaloide il quale ha la formula empirica $C_{12}H_{15}ON$ e differisce però dalla prima per una molecola d' acqua. Per accertare bene questo fatto abbiamo eseguito due diverse esperienze che descriveremo qui distintamente.

Nella prima prova abbiamo esposto al sole, dal 2, V (1902) al 12, II (1903), 100 c. c. di nitrobenzolo, sciolti in 500 c. c. di alcool propilico. Dopo l' insolazione il liquido s' era colorato in rossobruno. Il trattamento fu poi il solito. Dopo eliminato l' eccesso dell' alcool e poi in soluzione cloridrica il nitrobenzolo, si aggiunse potassa e si distillò nuovamente con vapore. La parte rimasta nel liquido alcalino venne trascurata e le basi passate nel distillato furono portate a secco con acido cloridrico. Si ebbero 7,5 gr. del miscuglio dei cloridrati, che sciolti nell' acqua dettero con cloruro platinico il solito abbondante precipitato.

Questo è formato da un miscuglio dei cloroplatinati dalle due suaccennate basi. Cristallizzando frazionatamente dall' acido cloridrico (durante le prime cristallizzazioni avviene sempre una parziale riduzione del prodotto) si separa senza difficoltà il *cloroplatinato della αβ-metiletilchinolina,* che è il meno solubile. Lo si ebbe come indicano Doebner e von Miller (in collaborazione con Kugler) (1) anidro, cioè senza le 2 molecole d' acqua di cristallizzazione osservate da Niementowski e Orzechowski (2). Fondeva con annerimento a 249°.

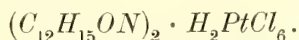
---

(1) Berichte 17, 1714.
(2) Ibid, 28, 2815.

Analisi:

Sostanza 0,2660 gr.; CO_2 0,3728 gr.; H_2O 0,0952 gr.
Sostanza 0,1860 gr.: CO_2 0,2594 gr.; H_2O 0,0677 gr.
Sostanza 0,2416 gr.; Pt 0,0622 gr.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $(C_{12}H_{13}N)_2 \cdot H_2PtCl_6$
C	38,22	38,03	38,29
H	3,98	4,04	3,72
Pt	25,74	—	25,93

La parte più solubile del precipitato col cloruro platinico, dopo parecchie cristallizzazioni, dette un prodotto formato da aghi giallo bruni dal punto di fusione 219°. La loro composizione corrispondeva alla formola

$$(C_{12}H_{15}ON)_2 \cdot H_2PtCl_6 .$$

Analisi:

Sostanza 0,1745 gr.; CO_2 0,2322 gr.; H_2O 0,0723 gr.
Sostanza 0,1746 gr.; Pt 0,0432 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $(C_{12}H_{15}ON)_2 \cdot H_2PtCl_6$
C	36,29	36,54
H	4,60	4,06
Pt	24,74	24,74

Che la molecola d'acqua in più contenuta in questo sale rispetto al precedente non fosse di un semplice idrato, lo dimostrò prima di tutto il fatto che non la si può eliminare per riscaldamento e poi, come si vedrà più avanti, l'esame del picrato.

Le basi che non precipitarono col cloruro platinico dalla soluzione dei cloridrati greggi, furono trattate nel modo già descritto precedentemente per l'esame dell'analogo prodotto ottenuto coll'alcool etilico. Anche qui si ebbe un miscuglio di due sostanze: l'anilina e piccole tracce della base $C_6H_7O_2N$, che furono separate mediante i loro derivati acetilici. Dell'acetato di quest'ultima si ebbero solamente 0,2 gr.

Per assicurarci maggiormente che nell'azione dell'alcool propilico sul nitrobenzolo, si forma, oltre alla metiletilchinolina, una base della formola $C_{12}H_{15}ON$ e per accertare ulteriormente la composizione di quest'ultima, abbiamo fatto una seconda esperienza, variando il rapporto fra il nitrobenzolo e l'alcool propilico. Vennero esposti alla luce, dal 26, III (1903) al 3, III (1904), 200 c. c. di nitrobenzolo e 400 c. c. di alcool propilico. Il liquido, dopo l'insolazione, aveva il solito aspetto. Mediante la serie di operazioni più volte menzionate si ebbero del miscuglio greggio di cloridrati 18 gr.

La parte del prodotto che nella distillazione rimane indietro nel liquido potassico, non venne questa volta trascurata, ma andò disgraziatamente perduta quando il suo esame era quasi compiuto. In essa erano contenute sostanze precipitabili dall' anidride carbonica come nel caso dell' alcool etilico, e però si può affermare che anche coll' alcool propilico si formerà il p-amidofenolo.

La soluzione dei cloridrati greggi venne, anche in questa seconda prova, trattata con cloruro platinico, per separare le basi chinoliniche dal resto del prodotto, ma il miscuglio dei cloroplatinati poco solubili fu trasformato subito in picrati. Noi volemmo questa volta procedere alla separazione delle due basi allo stato di picrati, per vedere se si arrivava allo stesso risultato di prima. Così avvenne diffatti. Dopo avere eliminato a caldo il platino con idrogeno solforato, si precipitò, in conveniente concentrazione, colla soluzione acquosa, satura a freddo, d' acido picrico e si sottopose il precipitato ad una sistematica cristallizzazione prima dall' alcool ordinario e poi da quello metilico.

Quale sostanza meno solubile in tutti e due i solventi, si ebbe il *picrato di metiletilchinolina*, in forma di larghe squame, gialle che fondevano a 195°.

Analisi:

Sostanze 0,1584 gr.; CO_2 0,3128 gr.; H_2O 0,0606 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{12}H_{13}N \cdot C_6H_3O_7N_3$
C	53,84	54,00
H	4,11	4,00

Ora siccome nella letteratura non si trova il punto di fusione di questo sale e siccome poi ci importava in genere di accertare in modo assoluto, che la nostra base fosse identica colla metiletilchinolina di Doebner e von Miller (1), abbiamo fatto ripetere da un giovane laureando, il dott. Lazzarini, le esperienze di questi autori; per condensazione dell' anilina coll' aldeide propionica in presenza d' acido cloridrico egli ottenne la detta base, che dava un picrato identico al nostro, sebbene avesse un punto di fusione un poco più basso, cioè 193°.

Il picrato più solubile, cristallizzava invece dall' alcool metilico in tavole rombiche, gialle, del punto di fusione 182-183°. Esso ha realmente la formula del picrato della base $C_{12}H_{15}ON$, ciò che prova che questa s' era formata anche nella seconda esperienza.

Analisi:

	trovato	calcolato per $C_{12}H_{15}ON \cdot C_6H_3O_7N_3$
C	51,57	51,67
H	4,22	4,30

(1) Berichte 17, 1714.

Dal picrato abbiamo messo in libertà la base, che si presentò in forma d'un olio di odore chinolinico, ma un poco pungente. La sua quantità purtroppo non era sufficiente per uno studio ulteriore. Salificata con acido cloridrico dette un cloridrato, che cristallizza in aghi appiattiti. Da questo si ebbe con cloruro platinico, il cloroplatinato, identico a quello già ottenuto nella prima prova, dal punto di fusione 219°.

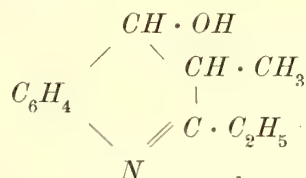
Analisi:

Sostanza 0,3030 gr.; *Pt* 0,0764 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $(C_{12}H_{15}ON)_2 \cdot H_2PtCl_6$
Pt	25,21	24,74

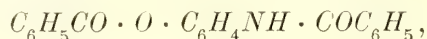
Quale sia la costituzione di questa interessante base ossigenata, che segna probabilmente un termine di passaggio nella sintesi della metiletilchinolina dall'anilina e l'aldeide propionica, non lo possiamo dire. Siccome la base non dà la reazione delle nitrosammine del Liebermann è probabile che sia terziaria. Non crediamo che essa sia stata fin'ora descritta e ci auguriamo che noi od altri la possa incontrare in maggiori quantità. Si potrebbe supporre, se essa è realmente un derivato chinolinico terziario, che avesse una costituzione del genere della seguente:

$$C_6H_4 \begin{matrix} \diagup CH \cdot OH \diagdown \\ \\ \diagdown N \diagup\!\!\diagup \end{matrix} \begin{matrix} CH \cdot CH_3 \\ | \\ C \cdot C_2H_5 \end{matrix}$$

Per ultimo diremo che, anche in questo caso, nel liquido, da cui vennero col cloruro platinico separati i cloroplatinati poco solubili delle basi ora descritte, cioè della metilpropilchinolina e dell'altra base $C_{12}H_{15}ON$, si trovava il solito miscuglio di anilina con piccole tracce del composto $C_8H_7O_2N$. Dopo avere tolto il platino con idrogeno solforato e liberate le basi con potassa, si fece la separazione per mezzo dei derivati acetilici. La parte predominante era formata dall'acetanilide e si ebbero soltanto 0,3 gr dall'altro derivato acetilico, dal punto di fusione 178°-179°.

Nitrobenzolo ed alcool amilico.

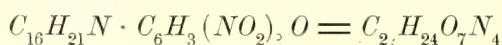
Il contegno di queste due sostanze alla luce corrisponde così perfettamente a quello delle altre fin qui descritte, che potremo essere brevissimi. Al sole vennero esposti 300 c. c. di nitrobenzolo e 600 c. c. di alcool amilico ordinario, dal 23, III (1903) al 12, III (1904). Il liquido risultante è colorato in rosso bruno. Il trattamento fu il solito: dopo avere, in soluzione acida, distillato con vapore il nitrobenzolo e l'alcool amilico, si rese leggermente alcalino con potassa il liquido restante e si distillò nuovamente. Le basi passate, trasformate in cloridrati, pesavano 19,8 gr.

Diremo anzitutto che nel liquido alcalino potassico restano anche qui disciolte sostanze, che l' acido carbonico libera e precipita. La soluzione alcalina venne però estratta con etere prima e dopo la saturazione con anidride carbonica. Il primo estratto è trascurabile; il secondo contiene il *p-amidofenolo*, che potè facilmente essere riconosciuto in forma di composto dibenzoilico,

$$C_6H_5CO \cdot O \cdot C_6H_4NH \cdot COC_6H_5,$$

dal punto di fusione 234°.

La parte basica subì del pari il solito trattamento: precipitazione dei cloroplatinati poco solubili col cloruro di platino ed esame successivo del precipitato e del liquido.

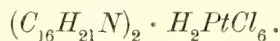
Il precipitato era formato quasi esclusivamente da un' unica base chinolinica. Per accertare bene questo fatto abbiamo trasformato il cloroplatinato in picrato che poteva, per la sua solubilità, esser più facilmente sottoposto ad una cristallizzazione frazionata dall' alcool. Si ebbe così facilmente un composto in larghe squame gialle, fusibili a 182-183°. La sua composizione corrispondeva alla formola

$$C_{16}H_{21}N \cdot C_6H_3(NO_2)_3O = C_{22}H_{24}O_7N_4$$

Analisi:

Sostanza 0,1805 gr.; CO_2 0,3816 gr.; H_2O 0,0913 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{22}H_{24}O_7N_4$
C	57,66	57,89
Pt	5,62	5,27

Dal picrato venne liberata la base e trasformata nuovamente in cloroplatinato. Questo, cristallizzato dall' acido cloridrico diluito, dette tavolette ranciate, che fondevano a 219°. La formola è corrispondente a quella del picrato

$$(C_{16}H_{21}N)_2 \cdot H_2PtCl_6.$$

Analisi:

Sostanza 0,5510 gr.; Pt 0,1240 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{32}H_{44}N_2PtCl_6$
Pt	22,50	22,57

Questa base deve essere identica con la *αβ-isobutilisopropilchinolina*, che Doebner e von Miller ottennero facendo agire l' anilina sull' isovaleraldeide. Nella letteratura però non sono indicati i punti di fusione del relativo picrato e cloroplatinato (1).

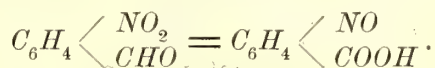
Nei liquidi, da cui separammo il picrato suaccennato dal punto di fusione 182-183°, era presente un altro composto, cristallizzato in squame dorate, che fondevano tra 165° e 169° La quantità di questa sostanza non era però sufficiente per un' ulteriore esame.

(1) Vedi Beilstein, vol. IV, pag. 343.

Anche in questo caso, cioè impiegando l'alcool amilico, nella parte alcalina del prodotto non precipitabile dal cloruro di platino, erano contenute l'anilina e l'altro alcaloide della formola $C_6H_7O_2N$. La somma dei loro cloridrati ammontava a 11,5, gr. Ricorrendo alla separazione mediante l'anidride acetica, abbiamo potuto ottenere 1 gr. del derivato acetilico fusibile a 178°-179°.

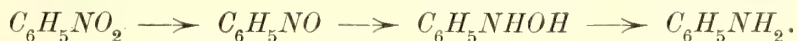
Nitrobenzolo ed aldeidi aromatiche.

Lo scopo delle ricerche che descriveremo nel presente capitolo era quello di vedere se il residuo nitrico del nitrobenzolo potesse, per azione della luce, essere ridotto anche dal gruppo aldeidico delle aldeidi aromatiche. Il problema presentava un certo interesse perchè, come è noto, se i due radicali sono contenuti nello stesso composto in posizione « orto » s'impegna fra essi una reciproca azione per cui, nel caso più semplice, avviene assai facilmente la trasformazione dell'aldeide o-nitrobenzoica in acido o-nitrosobenzoico:

$$C_6H_4 \left< \begin{matrix} NO_2 \\ CHO \end{matrix} \right. = C_6H_4 \left< \begin{matrix} NO \\ COOH \end{matrix} \right. .$$

Questo interessante fatto da noi scoperto (1) alcuni anni or sono, ha dato origine ad una serie di analoghe osservazioni, che si riferiscono ad altri derivati ortonitrici, dovute segnatamente alle esperienze di F. Sachs (2).

Le nostre attuali ricerche dimostrarono che realmente la supposta reazione si verifica, ma esse provarono nel tempo stesso che non tutte le aldeidi aromatiche si comportano nello stesso modo, nel senso che solamente alcune agiscono con sufficiente prontezza. Fra le aldeidi da noi esaminate, non furono che l' *aldeide benzoica* e quella *anisica* che ci dettero risultati soddisfacenti.

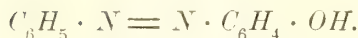
Il tipo della reazione è quello che si poteva prevedere: l'aldeide, cioè, si ossida ad acido carbossilico, mentre si riduce il nitrobenzolo. La riduzione però non si arresta alla formazione del nitrosobenzolo, che assai probabilmente si produrrà in una delle fasi del processo, ma si ottengono, allo stato di derivati benzoilici, i suoi successivi prodotti di idrogenazione: la fenilidrossilammina e l'anilina. La serie dunque apparisce completa:

$$C_6H_5NO_2 \longrightarrow C_6H_5NO \longrightarrow C_6H_5NHOH \longrightarrow C_6H_5NH_2.$$

Le sostanze che abbiamo potuto separare e riconoscere furono le seguenti impiegando *l' aldeide benzoica*, cioè nel caso da noi meglio studiato. Da un lato dunque *l' acido benzoico* e poi i seguenti derivati del nitrobenzolo:

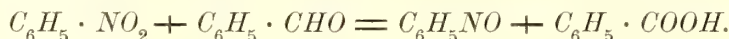
La *dibenzoilfenilidrossilammina*, $C_6H_5 \cdot N(O \cdot COC_6H_5) \cdot COC_6H_5$, e la *benzoilfenilidrossilammina*, $C_6H_5N(OH) \cdot COC_6H_5$; il *dibenzoil-para-amidofenolo* $C_6H_4(COC_6H_5)NH \cdot$

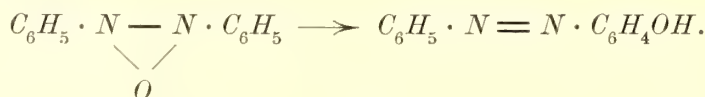
(1) Vedi la nostra II Memoria su questo argomento, pag. 281 (9).

(2) Vedi F. Sachs e R. Kempf, Berichte 35, 2704; F. Sachs e E. Sichel, ibid. 36, 962, 3302 e 4373; 37, 1780; F. Sachs e S. Hilpert, ibid. 37, 3425 ed anche P. Cohn e P. Friedländer, ibid. 35, 1265.

$\cdot COC_6H_5$, ed il *benzoil-orto-amidofenolo*, $C_6H_4(OH)NH \cdot COC_6H_5$; la *benzanilide*, $C_6H_5NH \cdot$ $\cdot COC_6H_5$, ed inoltre l' *azossibenzolo*, $C_6H_5 \cdot N \overset{O}{—} N \cdot C_6H_5$, e l' *orto-ossiazobenzolo*, $C_6H_5 \cdot N = N \cdot C_6H_4 \cdot OH$.

Queste non saranno certamente le sole sostanze che si producono nella reazione, anzi è probabile che ripetendo le nostre esperienze su più larga scala si possa scoprirne delle altre ancora; noi riteniamo però che il nostro studio sia sufficiente a dare un quadro abbastanza completo del modo come essa si compie. I prodotti principali sono, oltre all' acido benzoico, la dibenzoilfenilidrossilammina, la benzanilide e l' azossibenzolo e l' o-ossiabenzolo. Impiegando *l' aldeide anisica* ed eseguendo l' esperienza su di una minore quantità di materiale, abbiamo riconosciuto la presenza soltanto dei prodotti principali e però: dell' *acido anisico*, $C_6H_4(OCH_3) \cdot COOH$, della *dianisoilfenilidrossilammina*, $C_6H_5N(O \cdot$ $\cdot COC_6H_4 \cdot OCH_3) \cdot (COC_6H_4 \cdot OCH_3)$, dell' *anisoilanilide*, $C_6H_5NH \cdot (COC_6H_4 \cdot OCH_3)$, e finalmente dei suddetti due azocomposti, l' *azossibenzolo* e l' *o-ossiazobenzolo*.

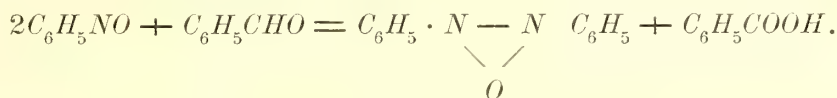
In quanto al modo come debba essere intesa la riduzione del nitrobenzolo per opera delle aldeidi aromatiche in presenza della luce, crediamo di poter dare dei fatti ora esposti la seguente interpretazione. Si può ammettere che l' aldeide benzoica agisca contemporaneamente in due modi. In un caso essa può togliere ossigeno al nitrobenzolo, per dare il nitrosobenzolo:

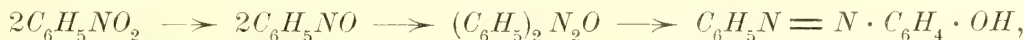
$$C_6H_5 \cdot NO_2 + C_6H_5 \cdot CHO = C_6H_5NO + C_6H_5 \cdot COOH.$$

Questo processo, che corrisponde come si vede alla trasformazione dell' aldeide o-nitrobenzoica in acido o-nitrosobenzoico, non si arresta però a questa sua prima fase, perchè, in seguito alle nostre esperienze sul contegno del detto acido nitrosobenzoico (1) ed a quelle di Bamberger sul comportamento del nitrosobenzolo (2), si sa che queste sostanze si alterano facilmente alla luce. I prodotti di trasformazione ulteriore del nitrosobenzolo, sono senza dubbio i due composti azoici summenzionati ed in prima linea l' azossibenzolo. Perchè dalle esperienze di H. M. Knipscheer (3) risulta che questo composto per azione della luce passa al suo isomero, l' o-ossiazobenzolo:

$$C_6H_5 \cdot N \overset{O}{—} N \cdot C_6H_5 \longrightarrow C_6H_5 \cdot N = N \cdot C_6H_4OH.$$

Sulle trasformazioni del nitrosobenzolo esistono esaurienti ricerche di E. Bamberger (4) e però non è difficile dare una spiegazione del passaggio di questo composto ad azoossibenzolo, anzi, per così dire, c' è imbarazzo nella scelta fra le tante possibili interpreta-

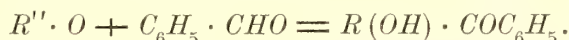
(1) Vedi la nostra II Memoria a pag. 20 (292)
(2) Berichte, 35, pag. 1606.
(3) Centralblatt 1903, I, p. 1082.
(4) Berichte 33, 1939 e 35, 1606

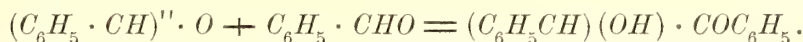
zioni. Nel caso nostro non è improbabile che almeno in parte anche a questa ulteriore riduzione partecipi l'aldeide benzoica e però la reazione potrebbe essere la seguente:

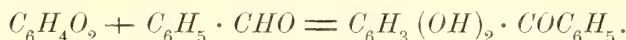
$$2C_6H_5NO + C_6H_5CHO = C_6H_5 \cdot \underset{\diagdown O \diagup}{N - N} C_6H_5 + C_6H_5COOH.$$

In questo modo si avrebbe la seguente serie di metamorfosi del nitrobenzolo, determinate dallo stesso agente, l'aldeide benzoica:

$$2C_6H_5NO_2 \longrightarrow 2C_6H_5NO \longrightarrow (C_6H_5)_2N_2O \longrightarrow C_6H_5N = N \cdot C_6H_4 \cdot OH,$$

di cui solamente gli ultimi due termini sono afferrabili.

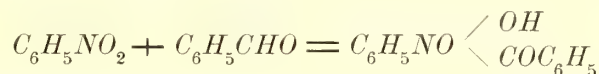
Tutte le altre sostanze da noi riscontrate quali prodotti di riduzione del nitrobenzolo per azione delle aldeidi benzoica ed anisica, devono la loro origine ad un'altra proprietà di queste ultime e cioè alla facoltà di cedere il loro idrogeno aldeidico, unendosi per somma al composto su cui agiscono. Il tipo della reazione nella sua forma generale sarebbe il seguente:

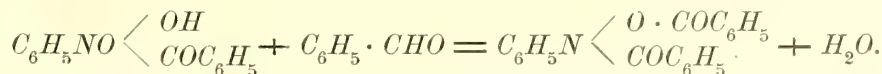
$$R'' \cdot O + C_6H_5 \cdot CHO = R(OH) \cdot COC_6H_5.$$

Il caso più semplice e più noto di essa è la trasformazione dell'aldeide benzoica (per non parlare che di questa) in benzoino:

$$(C_6H_5 \cdot CH)'' \cdot O + C_6H_5 \cdot CHO = (C_6H_5CH)(OH) \cdot COC_6H_5.$$

Che la luce favorisca simili processi lo ho provato per il primo il Klinger (1), il quale trovò che l'aldeide benzoica agendo sul chinone dà il diossibenzofenone:

$$C_6H_4O_2 + C_6H_5 \cdot CHO = C_6H_3(OH)_2 \cdot COC_6H_5.$$

Noi abbiamo recentemente (2) trovato che l'aldeide benzoica esposta alla luce si polimerizza ed è assai probabile che il polimero ottenuto abbia una costituzione benzoinica. Su questo argomento anzi stiamo preparando delle ulteriori esperienze.

La dibenzoilfenilidrossilammina, che è il prodotto principale della reazione, può, dopo quanto s'è detto, essersi formato nel seguente modo, dividendo il processo in due singole fasi. Nella prima si avrebbe l'azione tipica:

$$C_6H_5NO_2 + C_6H_5CHO = C_6H_5NO \left\langle \begin{matrix} OH \\ COC_6H_5 \end{matrix} \right.$$

e sul prodotto intermedio agirebbe una seconda molecola d'aldeide benzoica con eliminazione d'acqua:

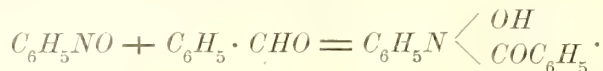
$$C_6H_5NO \left\langle \begin{matrix} OH \\ COC_6H_5 \end{matrix} \right. + C_6H_5 \cdot CHO = C_6H_5N \left\langle \begin{matrix} O \cdot COC_6H_5 \\ COC_6H_5 \end{matrix} \right. + H_2O.$$

(1) Ibid. 24, 1340.

(2) Vedi la nostra III Memoria, in questi Atti, Serie VI, vol 1, 28 (1904).

Si può anche riassumere la reazione in forma trimolecolare:

$$C_6H_5NO_2 + 2C_6H_5 \cdot CHO = C_6H_5N(O \cdot COC_6H_5) \cdot COC_6H_5 + H_2O.$$

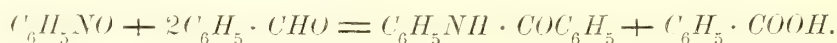
La benzoilfenilidrossilammina, che è uno dei prodotti secondari, può invece essersi originata dal nitrosobenzolo, colla reazione tipica:

$$C_6H_5NO + C_6H_5 \cdot CHO = C_6H_5N \langle {OH \atop COC_6H_5} \cdot$$

Resta poi a risolvere la questione relativa ai due derivati dagli amidofenoli, il dibenzoil-p-amidofenolo e il benzoil-o-amidofenolo. Noi crediamo che non sia troppo azzardato l'ammettere che queste due sostanze provengano da una trasposizione intramolecolare delle due benzoilfenilidrossilammine ora accennate, perchè è noto con quanta facilità la fenilidrossilammina stessa si trasformi nei due relativi amidofenoli.

L'ultimo prodotto di riduzione del nitrobenzolo, la benzanilide, può derivare da un'ulteriore intervento della benzaldeide sulla benzoilfenilidrossilammina. Quest'ultima potrebbe avere un'azione ossidante sull'aldeide benzoica e produrre il benzoato di benzanilide, che si scinderebbe tosto nei componenti:

$$C_6H_5N \langle {OH \atop COC_6H_5} \longrightarrow C_6H_5 \cdot NO \langle {H \atop COC_6H_5} \longrightarrow C_6H_5N \langle {H \atop COC_6H_5} \cdot C_6H_5COOH.$$

Anche qui però si può ammettere una reazione trimolecolare

$$C_6H_5NO + 2C_6H_5 \cdot CHO = C_6H_5NH \cdot COC_6H_5 + C_6H_5 \cdot COOH.$$

Come si vede fra la riduzione del nitrobenzolo con gli alcooli della seria grassa e quella colle aldeidi aromatiche v'è qualche analogia. Nel primo caso, si ottiene prevalentemente l'anilina, che in parte dà origine alle basi chinoliniche, mentre la fenilidrossilammina non è che scarsamente rappresentata dal p-amidofenolo e mancano del tutto i composti azoici provenienti dal nitrosobenzolo. Nel secondo caso invece prevalgono i derivati dalla fenilidrossilammina, perchè assumendo la forma di composti benzoilici diventano più resistenti, e sono inoltre rappresentati i derivati dal nitrosobenzolo in forma di composti azoici. Si può però senza dubbio affermare che alla luce l'azione riducente degli alcooli è più energica di quella delle aldeidi aromatiche.

Nitrobenzolo e benzaldeide.

Per potere riconoscere le diverse sostanze che si producono nella reazione, abbiamo dovuto ripetere più volte le singole prove ed operare su quantità sempre maggiori di materia prima. Impiegando sempre parti uguali di nitrobenzolo ed aldeide benzoica, abbiamo esposto alla luce in più riprese e durante un tempo più o meno prolungato, complessivamente circa tre chilogrammi e mezzo del miscuglio. Dopo l'insolazione il prodotto ha l'aspetto di un liquido bruno, che alle volte contiene in sospensione i cristalli d'acido benzoico. Per eliminare il nitrobenzolo e l'aldeide rimasti inalterati, tutto il liquido venne distillato in corrente di vapore acqueo. Dei prodotti della reazione, oltre ad una parte

dell' acido benzoico, non ne passano nel distillato che piccole quantità, che noi abbiamo visto di poter trascurare. La distillazione venne protratta fino ad esaurimento del nitrobenzolo. Il residuo, che, a caldo, è formato da un liquido acquoso e da un olio denso, quasi nero, che sta al fondo, col raffreddamento si rapprende in massa e per l' acido benzoico, che, separandosi dalla parte acquosa, la riempie di cristalli e per la parte oleosa insolubile del prodotto, che si solidifica anch' essa.

Senza procedere a nessuna separazione della parte solida dalla soluzione acquosa, tutta la massa venne esaurita con etere e l' estratto etereo lavato più volte con carbonato sodico, allo scopo di separare l' *acido benzoico.* Questo si riebbe poi integralmente dalla soluzione alcalina per acidificazione e trattamento con etere. Il primo estratto etereo, in cui sono disciolte tutte le altre sostanze prodottesi nella reazione, è colorato in rosso bruno e contiene in sospensione un po' di materia resinosa, da cui si filtra. Svaporando il solvente si ottenne un residuo solido, nero, in parte cristallino, il quale venne seccato nel vuoto sull' acido solforico fino a peso costante. Esso costituì la materia greggia, su cui fu eseguito tutto lo studio ulteriore.

Una prima separazione delle sostanze suindicate che esso contiene, la si potè effettuare per esaurimento a caldo con etere petrolico. Il trattamento venne ripetuto fino a peso costante del residuo insolubile. Questo residuo, che vogliamo indicare con *A*, è costituito da una massa nerastra in gran parte resinosa e contiene, a canto alla materia amorfa, piccole quantità del *benzoil-o-amidofenolo* e del *dibenzoil-p-amidofenolo.* La parte solubile nell' etere petrolico, che indicheremo con *B*, può, per opportuna concentrazione, essere a sua volta suddivisa in due ulteriori frazioni. La porzione meno solubile (*a*), che per raffreddamento si separa subito in forma di mammelloncini bianchi o giallognoli, attaccati alle pareti del vaso, è formata dai principali prodotti della reazione e contiene però la *dibenzoilfenilidrossilammina,* la *benzoilfenilidrossilammina,* la *benzanilide* e piccole quantità del *benzoil-o-amidofenolo.*

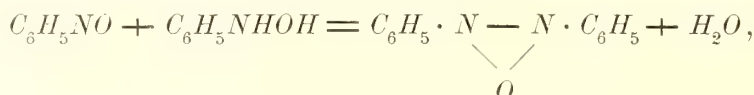
La porzione più solubile (*b*), che è colorata in rosso più o meno intenso e che cristallizza lentamente per ulteriore concentrazione, è composta dall' *azossibenzolo* e dall' *o-ossiazobenzolo.*

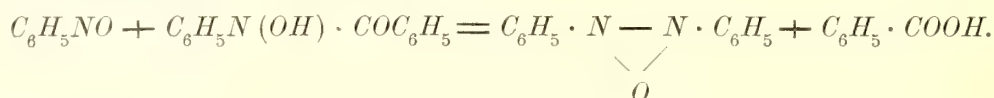
Nel seguente specchietto sono indicate le quantità delle singole frazioni, ottenute con esposizioni di diversa durata e riferite ad un chilogramma del miscuglio formato da parti uguali di aldeide benzoica e nitrobenzolo.

Durata dell' esposizione	Acido benzoico	Le altre sostanze	In etere petrolico		Frazione solubile (*B*)	
			insolubile (*A*)	solubile (*B*)	poco (*a*)	molto (*b*)
4 mesi	——— (1)	38 gr.	6,7 gr	31,3 gr.	20,0 gr.	11,3 gr.
12 mesi	35 gr.	58 gr.	18,0 gr.	40,0 gr.	21,0 gr.	19,0 gr.
23 mesi	82 gr.	75 gr.	27,5 gr.	47,5 gr.	17,5 gr.	30,0 gr

(1) La quantità d' acido benzoico non venne determinata.

Da queste cifre risulta anzitutto che una prolungata esposizione favorisce in genere la quantità del prodotto complessivo, ma non in eguale misura quelle delle singole sostanze che in esso si rinvengono. Cresce l'acido benzoico e cresce notevolmente la quantità della frazione *A*, che è formata segnatamente da materie amorfe e resinose. Delle sostanze solubili nell'etere petrolico (*B*) aumentano notevolmente quelle molto solubili della frazione (*b*), mentre accennano a diminuire i corpi contenuti nella parte meno solubile (*a*). Questi fatti tenderebbero a rendere probabile la supposizione che le sostanze della frazione *b*, cioè i composti azoici, che si producono segnatamente per una prolungata insolazione, possano in parte prendere origine dalla benzoilfenilidrossilammina, già formatasi nella prima fase del processo. Siccome è noto per le ricerche di E. Bamberger, che la fenilidrossilammina reagisce sul nitrosobenzolo, per dare l'azossibenzolo,

$$C_6H_5NO + C_6H_5NHOH = C_6H_5 \cdot \underset{\diagdown \, O \, \diagup}{N - N} \cdot C_6H_5 + H_2O,$$

potrebbe essere avvenuto che la fenilbenzoilidrossilammina avesse esercitato un'analogo effetto per eliminazione di acido benzoico:

$$C_6H_5NO + C_6H_5N(OH) \cdot COC_6H_5 = C_6H_5 \cdot \underset{\diagdown \, O \, \diagup}{N - N} \cdot C_6H_5 + C_6H_5 \cdot COOH.$$

L'azossibenzolo formatosi, si trasformerebbe poi, come s'è detto, in parte in o-ossiazobenzolo.

Le sostanze della frazione A. — La parte del prodotto (*A*), che rimane indietro per esaurimento con etere petrolico, è formata quasi esclusivamente da una massa nerastra e resinosa. Trattandola a freddo con poco benzolo, questo scioglie tutta la resina e lascia indietro un residuo cristallino brunastro, che rappresenta la sola parte utilizzabile di questa frazione. Questo residuo è per lo più completamente solubile nell'etere ad eccezione di un po' di materia carboniosa, ma se il prodotto proveniva dalle esposizioni molto prolungate 12 mesi o 23 mesi) conteneva in assai piccola quantità dei mammelloncini poco solubili nell'etere, che poterono essere così separati. Purificato dall'alcool metilico, questo corpo si presentò in finissimi aghetti bianchi, che riempiono in massa tutto il liquido, dal punto di fusione 235°. La sostanza non è altro che il *dibenzoil-p-amidofenolo*, $C_6H_4(O \cdot COC_6H_5)NH \cdot \cdot COC_6H_5$, che abbiamo già menzionato nella prima parte di questa Memoria. È assai grazioso il fatto, che per l'azione degli alcooli della serie grassa sul nitrobenzolo, si formi il p-amidofenolo, il di cui composto dibenzoilico si ritrova poi fra i prodotti di una prolungata insolazione del miscuglio di nitrobenzolo ed aldeide benzoica.

Il suddetto residuo o la parte di esso solubile nell'etere, venne poi a sua volta fatto cristallizzare dal benzolo, dopo essere stato a più riprese lavato a freddo con un miscuglio di etere petrolico con poco benzolo. Si ottennero così pagliette di splendore argentino dal punto di fusione 169°. Questo composto è il *benzoil-o-amidofenolo*, $C_6H_4(OH) \cdot NH \cdot COC_6H_5$, di cui Hübner (1) dà il punto di fusione 167°.

(1) Annalen der Chemie, 210, pag. 387.

Analisi:

Sostanza 0,1753 gr.; CO_2 0,4742 gr.; H_2O 0,0939 gr.
Sostanza 0,1740 gr.; CO_2 0,4682 gr.; H_2O 0,0912 gr.
Sostanza 0,1798 gr.; CO_2 0,4834 gr.; H_2O 0,0916 gr.
Sostanza 0,1892 gr.; azoto, misurato a 11° e 763 mm., 10,8 c. c.
In 100 parti:

	trovato			calcolato per $C_{13}H_{11}O_2N$
C	73,77	73,40	73,32	73,24
H	5,95	5,82	5,66	5,16
N	—	—	6,83	6,57

Per meglio accertare l'identità del nostro prodotto col benzoil-o-amidofenolo di Hübner l'abbiamo trasformato per trattamento con cloruro di benzoile in soluzione alcalina, nel rispettivo benzoato, $C_6H_4(O \cdot COC_6H_5) NH \cdot COC_6H_5$, che ottenemmo per cristallizzazione dall'alcool in prismi privi di colore, fondenti a 185°. Di questo composto Hübner dà il punto di fusione 176°, ma Kalckhoff (1), trovò più tardi il punto di fusione a 182°.

Le sostanze della frazione B. — In questa frazione, come s'è detto, sono contenuti quei corpi che, dopo l'acido benzoico, si formano più copiosamente nella reazione di cui ci stiamo occupando, e che sono più o meno facilmente solubili nell'etere petrolico. Questa parte del prodotto venne suddivisa in due ulteriori frazioni che si distinsero per la loro differente solubilità. L'estratto petrolico, convenientemente concentrato, dà per raffreddamento prima le sostanze meno solubili (*a*) e poi, per ulteriore svaporamento, quelle più solubili (*b*).

La frazione a. — La separazione dei singoli corpi contenuti in questa parte dal prodotto, richiese un'analisi assai lunga e paziente; soltanto un'esame accurato e sopratutto non affrettato ci permise di risolvere, come crediamo, in modo soddisfacente il difficile compito; non vogliamo però con ciò affermare, di avere potuto riconoscere tutte le sostanze che si trovavano in questa frazione; anzi, come già più avanti dicemmo, è quasi certo che, ripetendo la prova su più larga scala, delle altre ancora potranno essere rinvenute.

La separazione dei diversi corpi venne fatta per mezzo di una sistematica cristallizzazione frazionata dall'etere. Quale primo prodotto, ottenemmo quello predominante, che purificato ulteriormente dall'alcool metilico, ci dette aghetti bianchi intrecciati, dal punto di fusione 121°. Mediante l'analisi e per diretto confronto con un campione di sostanza, che il Prof. E. Beckmann volle gentilmente favorirci, potemmo facilmente riconoscere, che questo composto era la *dibenzoilfenilidrossilammina*, $C_6H_5N(O \cdot COC_6H_5) \cdot COC_6H_5$, descritta da questo autore (2). Egli dette il punto di fusione 119°.

---

(1) Berichte, 16, pag. 1828.
(2) Journal für practische Chemie vol. 56, pag. 87.

Ana

Sostanza 0,1344 gr.; CO_2 0,3714 gr.; H_2O 0,0638 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{20}H_{15}O_3N$
C	75,35	75,71
H	5,27	4,73

Per separare il più possibile questo corpo dagli altri contenuti nella soluzione eterea, conviene lasciarla svaporare assai lentamente; così facendo si ottengono prima i prismetti del composto ora menzionato e poi i mammelloncini o le rosette del seguente, che è pure uno dei principali prodotti della reazione. La separazione riesce in fine assai bene per levigazione. Questo secondo prodotto venne purificato ulteriormente prima per cristallizzazione da un miscuglio di benzolo ed etere petrolico e poi soltanto da quest' ultimo. Esso si presenta in squamette argentine dal punto di fusione 160-161° ed ha la composizione e le proprietà della *benzanilide* (1), $C_6H_5NH \cdot COC_6H_5$.

Analisi:

Sostanza 0,2596 gr.; CO_2 0,7520 gr.; H_2O 0,1400 gr.

Sostanza 0,1800 gr.; azoto, misurato a 5° e 768 mm., 10,1 c. c.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{13}H_{11}ON$
C	79,00	79,19
H	5,99	5,64
N	6,93	7,11

Per meglio accertarne l' identità, ne eseguimmo anche l' idrolisi scaldando con acido cloridrico in tubo a 125° ed ottenemmo l' acido benzoico e l' anilina.

Dopo la benzanilide, si depose dalla soluzione eterea, di cui stiamo parlando, in assai piccola quantità, una polvere cristallina, che si potè purificare assai bene dell' alcool metilico in cui è poco solubile. Ottenemmo così degli aghi grandi, privi di colore, dal punto di fusione 184°; la quantità di questo corpo era però così esigua (0,25 gr.) da non bastare ad un' ulteriore esame.

La soluzione eterea venne in fine fortemente concentrata per ottenere i corpi più solubili. Questo residuo, filtrato alla pompa, è formato segnatamente da due sostanze, che si possano separare per mezzo dell' etere petrolico. La parte quasi insolubile, che resta indietro, si dimostrò essere il *benzoil-o-amidofenolo*, già riscontrato nella frazione *A*, che per meglio accertarne l' identità venne trasformato nel derivato dibenzoilico, dal punto di fusione 185°. La parte solubile, purificata con nero animale e cristallizzata più volte

(1) Vedi Beilstein, II vol., pag. 1162.

dall' etere petrolico, ci dette aghetti lunghi, bianchi, filamentosi, che fondevano a 123°-124°. Anche questo composto potè fortunatamente essere identificato con una sostanza già nota. Esso è la *benzoilfenilidrossilammina*, $C_6H_5N(OH) \cdot COC_6H_5$, di Beckmann (1), di cui questo autore dà il punto di fusione 120-121°.

Analisi:

Sostanza 0,1634 gr.; CO_2 0,4404 gr.; H_2O 0,0808 gr.

Sostanza 0,2096 gr.; azoto, misurato a 7° e 773 mm., 11,4 c. c.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{13}H_{11}O_2N$
C	73,50	73,24
H	5,49	5,16
N	6,70	6,57

Trattandola in soluzione alcalina con cloruro di benzoile, potè essere trasformata nella già menzionata dibenzoilfenilidrossilammina, che cristallizzò dall' etere in aghetti fusibili a 120-121°.

La frazione b. — I prodotti contenuti in quest' ultima frazione, sono, come s' è detto, l' azossibenzolo e l' o-ossiazobenzolo. La separazione di queste due sostanze, riesce assai facilmente grazie agli accurati studi di E. Bamberger.

La soluzione petrolica, da cui vennero separate le sostanze poco solubili descritte nella frazione *a*, lascia indietro per svaporamento un denso liquido rosso, da cui si deposita una materia cristallina ugualmente colorata in rosso. Quest' ultima spremuta fra carta e fatta cristallizzare dall' alcool metilico, ci dette dei bellissimi aghi, d' un intenso colore rosso-ranciato, dai riflessi metallici azzurrognoli. Essi fondevano a 82-83°. L' analisi e le proprietà di questo corpo, che coincidevano perfettamente colla esauriente descrizione che ne dà il Bamberger (2), ci permisero di riconoscere subito in esso l' *o-ossiazobenzolo*, $C_6H_5 \cdot N = N \cdot C_6H_4 \cdot OH$, per cui questo autore dà il punto di fusione 82°,5-83°.

Analisi:

Sostanza 0,1504 gr.; CO_2 0,4032 gr.; H_2O 0,0730 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{12}H_{10}ON_2$
C	73,11	72,73
H	5,39	5,05

La parte oleosa della frazione, che posta nel vuoto sulla paraffina si solidifica completamente, venne trattata in soluzione eterea con potassa caustica diluita. Quest' ultima estrae dalla soluzione eterea l' ossiazobenzolo, e lascia nell' etere l' altro prodotto, cioè l' azos-

(1) Journal für practische Chemie vol. 56, pag. 87.

(2) Berichte, 33, pag. 1950.

sibenzolo. Tuttavia una completa separazione di quest' ultimo dal suo isomero così non può effettuarsi. Noi abbiamo però, seguendo il Bamberger, eliminato tutto l' o-ossiazobenzolo per mezzo del suo composto rameico. A tale scopo la parte insolubile nella potassa, dopo evaporato l' etere, venne trattata in soluzione alcoolica, colla soluzione alcoolica satura a caldo di acetato rameico; così tutto l' ossiazobenzolo si separa allo stato di combinazione cuprica. Il filtrato, che contiene ora soltanto l' altro composto, portato a secco, dopo essere stato acidificato con acido cloridrico, dà un residuo da cui l' etere petrolico estrae l' *azossibenzolo*, $(C_6H_5)_2N_2O$; per ottenere quest' ultimo abbiamo evaporato il solvente e fatto cristallizzare il prodotto da poco alcool metilico, dopo averlo ben spremuto fra carta da filtro. Il composto si presentò in aghi rombici, colorati in giallo, dal punto di fusione 36°.

Analisi:

Sostanza 0,1936 gr.; CO_2 0,5160 gr.; H_2O 0,0944 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{12}H_{10}ON_2$
C	72,68	72,73
H	5,41	5,05

Non fummo in grado di riconoscere in questa frazione, nessuno degli altri composti ossiazoici, che il Bamberger rinvenne in piccola quantità fra i prodotti di scomposizione del nitrosobenzolo. Dalla parte solubile nella potassa non potemmo ottenere altro che l' o-azossibenzolo.

Nitrobenzolo e aldeide anisica.

Fra tutte le aldeidi da noi sperimentate, quella che più delle altre si accosta alla benzaldeide nel suo contegno col nitrobenzolo alla luce, è l' aldeide anisica. Noi abbiamo esposto al sole in due differenti esperienze in tutto 600 gr. del miscuglio formato da parti uguali di nitrobenzolo e aldeide anisica. Come s' è detto più sopra, le sostanze che noi abbiamo potuto isolare e riconoscere, corrispondono ai prodotti principali della reazione fra il nitrobenzolo e l' aldeide benzoica e sono la dianisoilfenilidrossilammina, $C_6H_5N(O \cdot \cdot COC_6H_4 \cdot OCH_3) \cdot (COC_6H_4 \cdot OCH_3)$, la anisoilanilide, $C_6H_5NH \cdot (COC_6H_4 \cdot OCH_3)$ e l' azossibenzolo e l' o-ossiazobenzolo. Naturalmente con ciò non è detto che altre sostanze non si siano formate; bisognerebbe esperimentare su più larga scala per risolvere completamente la quistione, ciò che, secondo il nostro avviso, non ne varrebbe la pena.

La via da noi seguita in questa parte della ricerca, corrisponde assai da vicino a quella già descritta e però potremo essere più brevi. L' aspetto dei tubi dopo l' insolazione, corrispondeva pure a quello del caso precedente, essi contenevano un liquido rosso bruno scuro, in cui erano sospesi in quantità notevole i cristalli dell' acido anisico. L' intero prodotto venne distillato in corrente di vapore acqueo per eliminare il nitrobenzolo e l' aldeide anisica. Il residuo, col raffreddamento, si rapprende in massa per la cristallizzazione dell' acido anisico e perchè anche la parte oleosa, rimasta insolubile in fondo al pallone, si

solidifica. Tutto il prodotto venne trattato con etere e l' estratto etereo agitato più volte con carbonato sodico per togliere l' *acido anisico*, $C_6H_4(OCH_3) \cdot COOH$, che passa nella soluzione alcalina, da cui si riottiene per acidificazione. La parte rimasta disciolta nell' estratto etereo, si presentò, dopo avere scacciato il solvente, quale massa nerastra amorfa, contenente alquanti cristalli giallastri. Venne seccata nel vuoto nell' acido solforico. Nelle due esperienze da noi eseguite con esposizioni di diversa durata, si ebbero i seguenti risultati riferiti a 100 gr. di ciascuno dei due componenti.

Durata dell' esposizione	Acido anisico	Le altre sostanze
4 1/2 mesi	9 gr.	10 gr.
18 mesi	17,2 gr.	15 gr.

Comparando questo specchietto con quello precedente, che riguarda la benzaldeide, si vede che i rendimenti sono presso a poco della stessa entità. Così ad esempio, per la massima esposizione (23 mesi) si ebbe, riferendo i rendimenti a 200 gr. di miscuglio di nitrobenzolo e benzaldeide, 16,4 gr. di acido benzoico e 15 gr. delle altre sostanze.

L' ulteriore esame dei prodotti venne fatto anche qui per frazionamento per mezzo dell' etere petrolico, ma causa le minori quantità di materia il trattamento non fu eseguito separatamente per le due singole prove, ma complessivamente. Ottenemmo così un residuo insolubile nell' etere petrolico bollente (frazione *A*), che pesava 14 gr.; una parte che si depositava tosto per raffreddamento (frazione *B*), di circa la stessa quantità di 14 gr., e finalmente una porzione più solubile (frazione *C*), che si ebbe per completo svaporamento del solvente. Queste frazioni non corrispondono in genere per il loro contenuto a quelle avute coll' aldeide benzoica; i composti anisici sono in genere meno solubili dei benzoilici e però la frazione *A* corrisponderebbe a quella *B* dalla precedente ricerca.

Frazione A. — La parte insolubile nell'etere petrolico, che ha l'aspetto di una massa nerastra, venne, a freddo, trattata con etere. Questo ne scioglie una parte di cui diremo più avanti. Il residuo, che è sempre colorato in bruno, può essere convenientemente purificato dal benzolo. Così facendo ottenemmo pagliette argentine, dal punto di fusione 171°, che si dimostrarono identiche alla *anisoilanilide*, $C_6H_5NHCOC_6H_4OCH_3$.

Analisi:

Sostanza 0,1754 gr.; CO_2 0,4752 gr.; H_2O 0,0942 gr.

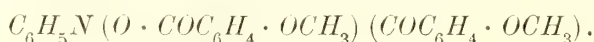
Sostanza 0,2160 gr.; azoto, misurato a 8° e 768 mm., 10,8 c. c.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{14}H_{13}O_2N$
C	73,88	74,01
H	5,96	5,73
N	6,10	6,17

Il nostro prodotto corrispondeva in tutto alla descrizione degli autori; il punto di fusione dato dal Lossen è 169°,5 (1).

La parte solubile nell' etere dà per svaporamento del solvente un residuo resinoso nerastro, che ora si scioglie in parte nell' etere petrolico bollente. Il residuo è resinoso, dalla soluzione petrolica si separano invece dei cristalli. Per trattamento con etere si può separare dell' altra anisoilanilide che resta indietro, mentre passano nell' etere le altre sostanze. Per svaporamento del solvente si ottiene, così facendo, un prodotto sciropposo che a poco a poco cristallizza. Questo è in gran parte solubile in poco benzolo e la parte che non si scioglie, purificata da questo solvente, diede degli aghi fusibili a 184°, ma in così piccola quantità da non potere essere ulteriormente studiati. Non potemmo neppure decidere con sicurezza, se questo prodotto fosse identico con quello, pure fusibile a 184°, che si ebbe coll' aldeide benzoica. La soluzione benzolica, ora menzionata, dà per svaporamento un residuo sciropposo, che lentamente cristallizza. Purificandolo dal benzolo ed etere petrolico prima, e poi dall' alcool metilico, ed operando con cura e molta pazienza abbiamo ottenuto dei prismi privi di colore, dal punto di fusione 150°. Questa sostanza corrisponde alla formola empirica $C_{22}H_{19}O_5N$, che sarebbe quella della *dianisoilfenilidrossilammina:*

$$C_6H_5N(O \cdot COC_6H_4 \cdot OCH_3)(COC_6H_4 \cdot OCH_3).$$

Analisi:

Sostanza 0,1694 gr.; CO_2 0,4360 gr.; H_2O 0,0830 gr.

Sostanza 0,2066 gr.; azoto, misurato a 20° e 759 mm., 7,1 c. c.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{22}H_{19}O_5N$
C	70,19	70,03
H	5,44	5,04
N	3,92	3,71

Questo composto crediamo non sia stato ancora descritto, ma per la sua composizione e per l' analogia colla dibenzoilfenilidrossilammina, che si ottiene coll' aldeide benzoica, apparisce assai probabile ch' esso abbia realmente la costituzione che noi gli attribuiamo.

Frazione B. — La porzione del prodotto primitivo, meno solubile nell' etere petrolico, venne, per avviarsi ad una separazione delle sostanze in essa contenute, trattata anch' essa con etere. Separammo così una parte meno solubile (6,6 gr.) dal resto della sostanza, ma disgraziatamente quest' ultima andò completamente distrutta per un piccolo incendio. Si potè salvare soltanto una parte del prodotto poco solubile nell' etere. Questa, purificata dal benzolo, si dimostrò essere la già accennata anisoilanilide, assieme a piccole tracce di un composto fusibile a 208°.

Frazione C. — In questa frazione sono contenuti i due composti azoici. Essa si presentò in forma d' un olio rosso bruno, che posto nel vuoto sulla paraffina si solidificò com-

(1) Vedi Beilstein, vol. II, pag. 1530. Lossen, Annalen der Chemie 175, 292; Haller, Compt. rendus, 121, 189.

pletamente. La massa cristallina, sciolta in poco alcool, venne trattata subito con una soluzione satura a caldo di acetato di rame. Il precipitato bruno formatosi, scomposto con acido cloridrico ed estratto con etere, dette una materia cristallina rossa, la quale purificata dall' alcool metilico, si presentò nei prismi rosso-ranciati, caratteristici dell' *o-ossiazobenzolo*. Fondevano a 81-82°. La soluzione alcoolica, da cui fu separato l' ossiazobenzolo, fu portata a secco con acido cloridrico ed il residuo estratto con etere di petrolio. L' estratto contiene ancora della anisoilanilide, che si separa come meno solubile; la parte più solubile, purificata dallo stesso solvente, dette i prismi gialli, fusibili a 35-36° dell' *azossibenzolo*. I due composti azoici si ebbero in piccola quantità, allo stato puro circa mezzo grammo di ciascuno.

Nitrobenzolo ed altre aldeidi.

Come s' è detto fino da principio, soltanto l' aldeide benzoica e quella anisica, ci hanno dato risultati soddisfacenti; con le altre aldeidi la reazione avviene in modo così limitato, che la ricerca dei prodotti formatisi non è più conveniente. Le aldeidi da noi sperimentate furono le seguenti:

Vanillina, $C_6H_3 \cdot (OH) \cdot (OCH_3) \cdot CHO$. — Con la vanillina abbiamo avuto ancora relativamente i risultati migliori. Abbiamo esposto alla luce solare 50 gr. di vanillina in 150 gr. di nitrobenzolo, dal 6, VI (1902) al 1, I (1905). Durante questa lunga insolazione di due anni e mezzo, la soluzione primitiva divenne quasi nera; aprendo il tubo si notò lo sviluppo di un gas infiammabile, che non abbiamo potuto esaminare. Trattando il prodotto nel modo consueto, si ebbero 9 gr. di *acido vanillico*, $C_6H_3(OH) \cdot (OCH_3) \cdot COOH$. La parte neutra venne agitata in soluzione eterea con bisolfito sodico, per eliminare l' aldeide vanillica rimasta inalterata; svaporando poi l' etere non abbiamo ottenuto che 3 gr. di un residuo resinoso nerastro.

Piperonal, $C_6H_3(O_2CH_2) \cdot CHO$. — Si ottenne un' assai piccola quantità di *acido piperolinico* e così pure del prodotto neutro di aspetto resinoso.

Aldeide salicilica, $C_6H_4(OH)\,CHO$. — Anche in questo caso non si formarono che piccole quantità di *acido salicilico* e di materia resinosa.

Aldeide cinnamica, $C_6H_5 \cdot CH = CH \cdot CHO$. Il rendimento non fu migliore di quelli avuti con le aldeidi precedenti. Si notò anche qui la formazione di piccole quantità di *acido cinnamico* e di resina.

Furfurolo. — In questo caso il rendimento fu peggiore di quelli precedenti, perchè non si ebbero che delle tracce di materia acida, assieme a molta resina. Questo risultato apparisce alquanto strano, quando si consideri che in molte reazioni il furfurolo somiglia pel suo contegno all' aldeide benzoica. Però anche in altra occasione (1) abbiamo notato, che, alla luce, il comportamento del furfurolo è assai diverso da quella della benzaldeide.

(1) Mentre l' aldeide benzoica viene assai facilmente ridotta dall' alcool, per cui si formano gli idrobenzoini, il furfurolo resta anche in questo caso inalterato.

Nitrobenzolo e chetoni.

In fine vogliamo aggiungere che abbiamo voluto ricercare se anche i chetoni fossero in grado di agire sul nitrobenzolo, ma, come era da prevedersi, il risultato riuscì negativo. Abbiamo sperimentato coll' *acetone* e coll' *acetofenone*, ma tanto col primo, che col secondo non si ebbe nessun effetto. Il miscuglio di nitrobenzolo ed acetone resta completamente inalterato, anche dopo un' esposizione di nove mesi: coll' acetofenone si formano piccole tracce di materia resinosa, ma all' infuori di ciò le due sostanze non subiscono alterazione alcuna.

In fine non vogliamo tralasciare di ringraziare il dott. Egisto Pavirani, che abbiamo avuto a diligente collaboratore nella parte maggiore delle ricerche descritte in questa Memoria.

Bologna, Agosto 1905.

ILLUSTRAZIONE
DI SPECIE ORBIGNYANE DI ROTALIDI
ISTITUITE NEL 1826 (1)

MEMORIA

DEL

Dottor CARLO FORNASINI

presentata nell' adunanza del 12 novembre 1905

(CON QUATTRO TAVOLE)

Le specie di rotalidi istituite da d' Orbigny nel « Tableau méthodique » furono da lui ascritte ai generi: *Rosalina*, *Rotalia* (coi sottogeneri *Discorbis*, *Trochulina* e *Turbinulina*), *Calcarina*, *Gyroidina*, *Truncatulina*, *Planulina*, *Planorbulina* e *Anomalina*. Di tali denominazioni generiche alcune sono tuttora in uso, mentre le altre furono completamente abbandonate, e queste, oltre le tre sottogeneriche sopra ricordate, sono: *Rosalina*, *Gyroidina* e *Planulina*. Ai criterii adottati da d' Orbigny, basati principalmente sulla conformazione della spira, altri furono sostituiti per il raggruppamento generico delle rotaline, giudicandosi doversi attribuire speciale importanza al grado di perforazione del nicchio; ed è così che taluni generi orbignyani furono ritenuti insussistenti, che altri mutarono parzialmente di significato e di estensione, e che infine si credette necessaria la fondazione di due generi nuovi: *Discorbina* e *Pulvinulina* di Parker e Jones. Ciò, a spiegare il mutamento subìto dalle denominazioni generiche orbignyane nel corso della presente memoria.

Rosalina semistriata (tav. I, fig. 1).

Questa specie fu più tardi descritta dall'autore nella sua memoria sui foraminiferi di Cuba, e illustrata con una figura che corrisponde abbastanza a quella delle « Planches inédites ». Essa fu inoltre confrontata dall' autore con la *Rosalina peruviana* delle coste del Perù, la quale ne differisce « par le manque de stries » e « par son centre ombilical non composé de parties operculaires ». La *Ros. peruviana* è prossima evidentemente alla *Discor-*

---

(1) Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. *Ann. Sc. Nat.*, vol. VII. — Le figure che accompagnano la presente memoria sono state fedelmente copiate da lucidi, che Berthelin aveva eseguiti sui disegni originali delle « Planches inédites » di d' Orbigny, e che egli mi lasciò in eredità nel 1897 (*Rend. r. Acc. Sc. Bologna*, n. s., vol. II, pag. 11, nota 2: adunanza del 14 novembre 1897).

bina globularis che vedesi rappresentata nel num. 69 dei « Modèles », alla quale è quindi affine altresì la *Discorbina semistriata* d'Orb. sp.

Hab. Il mare delle Antille: alla Martinica presso la Punta Carbet, a Cuba e alla Giamaica.

Rosalina depressa (tav. I, fig. 2).

Era specie sino ad oggi sconosciuta. Soltanto nel « Prodrome » la citazione fu accompagnata dalle parole: « espèce lisse ombiliquée, très-déprimée ». Ha l'aspetto di una *Discorbina*; non è da confondersi quindi con la *Rotalites depressa* di Lamarck (1804), che, secondo Parker e Jones, sarebbe una *Truncatulina.*

Hab. Fossile nella Montagne St. Pierre di Maestricht (senoniano).

Rosalina affinis (tav. I, fig. 3).

Fu da d'Orbigny confrontata con la *R. cora* delle coste peruviane, della quale egli scrisse: « Assez voisine, pour la dépression, de la *Rosalina affinis*, fossile des environs de Bordeaux, elle en diffère par sa plus grande dépression, par sa spire moins saillante, par ses loges plus arquées en dessus et beaucoup moins en dessous; enfin par les sinuosités du bord de ses loges de ce même côté ». L'autore fece conoscere nel « Prodrome » un altro carattere della *R. affinis*, aggiungendo: « espèce étoilée sur l'ombilic ». Tanto la *Ros. cora*, quanto la *Ros. affinis*, sono due forme assai depresse di *Discorbina*, da non confondersi però fra loro, nè con la *D. depressa* di cui sopra.

Hab. Fossile presso Saucats nei dintorni di Bordeaux (faluniano B).

Rotalia trochidiformis (tav. I, fig. 4).

La specie fu veramente istituita nel 1804 da Lamarck, che la denominò *Rotalites trochidiformis.* Parker e Jones la riguardarono come una varietà della *Rotalia turbo* che vedesi rappresentata nel num. 73 dei « Modèles », la quale, com'è noto, è una *Discorbina.* Nel « Prodrome » fu citata come *R. trochiformis.* Nella forma illustrata da Terquem nel 1882 non è visibile l'andamento della spira, nè la distinzione fra una camera e l'altra.

Hab. Fossile nei dintorni di Parigi e di Valognes: a Montmirail, Liancourt, Parnes e Mouchy (parisiano A); e, secondo Terquem, nell'eocene di Septeuil e Vaudancourt.

Rotalia saxorum (tav. I, fig. 5).

Trovasi citata nel « Prodrome » quale « espèce bordée en dessous ». Tale, infatti, ci viene rappresentata dal disegno inedito orbignyano. Terquem, invece, illustrò, sotto il nome di *R. saxorum*, una forma che non corrisponde troppo al disegno medesimo. Egli la confrontò inoltre con la *R. trochidiformis* di cui sopra, e la trovò diversa per la configurazione appiattita delle granulosità. Comunque sia, la *R. saxorum* è essa pure una *Discorbina* che tiene affinità con la *D. turbo.*

Hab. Fossile sulle rive della Gironda presso Bordeaux, nei dintorni di Blaye (parisiano A), e, secondo Terquem, nell'eocene di Vaudancourt presso Parigi.

Rotalia gibbosa (tav. I, fig. 6).

Questa specie era sin qui sconosciuta, trovandosi unicamente citata nel « Prodrome » quale « espèce lisse sans disque inférieur », e rimane tuttora non troppo ben definita. Dal disegno inedito orbignyano sembrerebbe trattarsi anche qui di una *Discorbina* del gruppo della *D. turbo.*

Hab. Fossile nella Montagne St. Pierre a Maestricht (senoniano).

Rotalia trochus (tav. I, fig. 7, 8).

Era press'a poco nel caso della precedente. Nel « Prodrome » fu citata quale « espèce très-conique à disque inférieur », e ricorda in complesso la *Discorbina turbo* dei « Modèles ». Nelle « Planches inédites » fu disegnata, a quanto pare, un'altra forma meno depressa della stessa specie (che riproduco nella fig. 8), con l'indicazione « var. de Pauliac ».

Hab. Fossile nei dintorni di Bordeaux (faluniano B).

Rotalia discoides (tav. I, fig. 9).

Nel « Prodrome » la citazione di questa specie fu accompagnata dalle parole : « elle diffère de la précédente par les sutures non arquées de ses loges », e sembra, infatti, che soltanto per tale carattere differisca dalla *Discorbina turbo.* In base al disegno inedito orbignyano, Terquem riferì alla *R. discoides* due forme : l'una del pliocene di Rodi (*Rosalina*), che presenta parecchie differenze col disegno medesimo ; l'altra dell'eocene parigino (*Rotalina*), che fu riprodotta da una figura alquanto oscura.

Hab. Fossile nei dintorni di Bordeaux (faluniano B), e, secondo Terquem, nell'eocene di Vaudancourt presso Parigi, nonchè nel pliocene superiore di Rodi.

Rotalia elegans (tav. I, fig. 10).

Non è da confondersi con la *Turbinulina elegans* istituita su figura di Soldani, che è una *Pulvinulina.* La *R. elegans* è una *Discorbina* che ricorda assai da vicino la *D. turbo.* Il disegno inedito orbignyano servì a Terquem per la determinazione di una forma pliocenica. Quella eocenica, da lui stesso illustrata col nome di *R. elegans* d'Orb., è di dubbia determinazione.

Hab. Fossile nei dintorni di Bordeaux ; secondo Terquem, nel pliocene superiore di Rodi e nell'eocene di Septeuil presso Parigi (?).

Rotalia marginata (tav. II, fig. 1).

D'Orbigny, nella suddivisione generica delle rotaline, non tenne calcolo, com'è noto, del grado di perforazione del nicchio, cosicchè anche nelle sue figure inedite raramente trovasi indicata tale perforazione. Di qui la difficoltà, per noi, di assegnare certe specie ad un genere meglio che ad un altro. È questo il caso della *R. marginata*, la quale potrebb'essere tanto una *Discorbina,* quanto una *Pulvinulina.* Se però si ammette che la forma illu-

strata da Terquem nel 1882 sotto il nome di *R. marginata* d'Orb. sia identica a quella osservata da d'Orbigny (ne differisce particolarmente per l'obliquità dei setti sulla faccia terminale), è fuori di dubbio che si tratta di una *Discorbina*. Nel « Prodrome » leggesi soltanto : « disque central très-grand ».

Hab. Fossile a Montmirail (parisiano A), e, secondo Terquem, nell'eocene di Septeuil nei dintorni di Parigi.

Rotalia grateloupi (tav. II, fig. 2, 3).

« Disque étoilé sur la face inférieure plane ». È tutto ciò che fin qui si sapeva di questa specie, distinta con tali parole nel « Prodrome ». Il disegno inedito rappresenta però anche la faccia terminale di altra forma (fig. 3) della stessa specie, in cui l'umbilico è coperto da un disco semplice in luogo di un disco stellato. Trattasi, evidentemente, di una *Discorbina*, che ha qualche affinità con la *D. subrotunda* (d'Orb.) o *D. orbicularis* (Terq.).

Hab. Fossile a Dax (faluniano B).

Rotalia dufresnei (tav. II, fig. 4).

Per la determinazione generica di questa specie valga l'osservazione al paragrafo precedente. Qui pare, invece, che si tratti di una *Pulvinulina* con caratteri non lontanissimi da quelli della *P. procera* di Brady. La forma dell'eocene parigino illustrata da Terquem, mal conservata o mal figurata, non corrisponde al disegno delle « Planches inédites », nè alla frase del « Prodrome », ove è indicata quale « espèce très-conique ».

Hab. Fossile a Montmirail, a Royan e a Blaye (parisiano A), e, secondo Terquem, nell'eocene di Vaudancourt nei dintorni di Parigi.

Rotalia punctata (tav. II, fig. 5).

È una *Discorbina*, che, per la generale configurazione, per il numero e la disposizione delle camere, ricorda la *D. concinna* di Brady, differendone però notevolmente per il carattere marginato delle camere.

Hab. Raccolta « dans un sable marin de délestage ».

Rotalia papillosa (tav. II, fig. 6).

Il grado di perforazione del nicchio induce a ritenere che si tratti di una *Truncatulina*. In essa le papille o granulazioni occuperebbero la sola regione umbilicale (« couverte de papilles au centre inférieur » sta scritto nel « Prodrome »), mentre nella *Tr. margaritifera* di Brady, che è inoltre più depressa, le granulazioni ornano le suture. Di questa specie s'incontra anche una varietà più rigonfia, « une variété plus bombée », come si rileva da una indicazione che sta accanto al disegno inedito.

Hab. Fossile a Montmirail, a Les Boves e a Parnes (parisiano A).

Rotalia thouini (tav. II, fig. 7).

Il nicchio appare distintamente perforato, cosicchè si sarebbe anche qui in presenza di una *Truncatulina* piuttosto che di una *Rotalia*. È notevole l'aspetto dendritico della faccia

terminale (« striée en travers sur les sutures inférieures » come leggesi nel « Prodrome »), che ricorda quello di certe forme della *Rotalia beccarii.*

Hab. Fossile nei dintorni di Parigi, a Parnes, a Mouchy, e principalmente a Les Boves (parisiano A).

Rotalia guerini (tav. II, fig. 8).

È anche questo uno dei pochi casi in cui d'Orbigny indicò nel suo disegno il grado di perforazione del nicchio, potendosene desumere che qui pure si avrebbe a che fare, non già con una *Rotalia*, ma bensì con una *Truncatulina.* Nella figura data da Terquem di questa specie nel 1882 il nicchio appare liscio; ma i caratteri generali corrispondono a quelli del disegno orbignyano. Nel « Prodrome » la *R. guerini* fu citata quale « espèce à loges nombreuses droites ». Di essa, come si rileva da un'indicazione che sta accanto al disegno inedito, « une varieté est lisse, ou du moins a les séparations des loges bien peu marquées ».

Hab. Fossile nei dintorni di Parigi, a Les Boves e a Parnes (parisiano A), e, secondo Terquem, a Vaudancourt.

Rotalia audouini (tav. II, fig. 9, 10).

Terquem, illustrando questa specie dell'eocene parigino, scrisse: « Cette coquille se rapporte exactement aux dessins des planches inédites de d'Orbigny ». Egli veramente osservò e figurò una forma sola, quella con margine semplicemente carenato, mentre d'Orbigny ne disegnò due, in conformità a quanto lasciò dipoi scritto nel « Prodrome », e cioè: « espèce bordée extérieurement et quelquefois épineuse ». Senonchè, la forma spinosa disegnata nelle « Planches inédites » (vedasi la qui unita fig. 10) non è altrimenti diversa dalla *R. bisaculeata* riprodotta nel num. 15 dei « Modèles » la quale ha veramente l'aspetto di una *Pulvinulina* del tipo *pulchella*; cosicchè, tenuto conto della identità degli altri caratteri, non parrà fuori di luogo il concludere: che la *P. bisaculeata* è connessa per graduati passaggi alla *P. audouini*, e che questa è da riguardarsi come varietà inerme di quella.

Hab. Fossile nei dintorni di Parigi: a Les Boves, a Essanville e a Parnes (parisiano A), e, secondo Terquem, a Septeuil.

Rotalia burdigalensis (tav. III, fig. 1).

Trattando della *Rotalina boueana* del bacino di Vienna, d'Orbigny la confrontò con la *R. burdigalensis* e la trovò differente da essa « par le manque de disque central ». Nel « Prodrome » ci venne rivelato un altro carattere, poichè la citazione della *R. burdigalensis* fu accompagnata dalle parole: « loges bordées en dessus ». Ora, secondo Jones e Parker, la *R. boueana* sarebbe una *Pulvinulina*, prossima alla *P. pulchella* che vedesi rappresentata nel num. 71 dei « Modèles »; ma a quest'ultima, evidentemente, è anche più prossima la *P. burdigalensis.*

Hab. Fossile nei dintorni di Bordeaux (faluniano B).

Rotalia suessonensis (tav. III, fig. 2).

Leggesi nel « Prodrome »: « espèce plus convexe en dessous qu'en dessus ». Terquem, in base al disegno inedito, riferì a questa specie due forme dell'eocene parigino, le quali, benchè mal conservate e mal riprodotte, sembrano potersi ascrivere alla specie orbignyana. Può darsi che si tratti di una *Pulvinulina*.

Hab. Fossile nei dintorni di Soissons, a Cuise-Lamotte, a Trosly e a Breuil nell'Oise (suessoniano B), e, secondo Terquem, nell'eocene di Vaudancourt presso Parigi.

Rotalia elliptica (tav. III, fig. 3).

Fu dall'autore confrontata con la *Rotalina brongniarti* del bacino di Vienna, della quale egli scrisse: « cette espèce voisine, par sa forme elliptique, du *R. elliptica*, s'en distingue par sa surface moins rugueuse », La *R. brongniarti* fu da Jones e Parker associata alla *P. auricula* (F. e M.), dalla quale però differisce principalmente per la maggiore larghezza delle camere e per la maggiore acutezza del margine. La *R. elliptica* è essa pure una *Pulvinulina*, e, pur differendo per la ruvidezza del nicchio, non appare altrimenti separabile dalla *P. brongniarti*. Nel « Prodrome » fu ricordata semplicemente quale « espèce ovale dont l'accroissement est rapide ».

Hab. Fossile nei dintorni di Dax (faluniano B).

Rotalia nitida (tav. III, fig. 4).

È una *Pulvinulina*, che appare specificamente inseparabile dalla *P. menardi*. Accanto al disegno inedito leggesi: « jamais plus de 5 loges », il quale carattere la distinguerebbe dalla *P. menardi* quale vedesi riprodotta dalla fig. 1 (tav. CIII) di Brady. Ma le fig. 2 e 3 dello stesso Brady dimostrano che la *P. menardi* può presentarsi anche con cinque sole camere nell' ultimo giro.

Hab. L'Oceano Atlantico, lungo le coste dell'isola di Sant' Elena.

Rotalia pulchella (tav. III, fig. 5, 6).

Fu dall'autore riprodotta anche col num. 71 dei suoi « Modèles », dal quale differisce ben poco il disegno delle « Planches inédites ». In queste però trovasi figurata un'altra forma della stessa specie (vedasi la qui unita fig. 6), che manca, a quanto pare, di disco umbilicale. È una *Pulvinulina*.

Hab. Manca ogni indicazione di località.

Rotalia deformis (tav. III, fig. 7).

Più tardi fu dall'autore illustrata tra i foraminiferi di Cuba. È una *Pulvinulina* spettante al gruppo della *P. auricula*, e che ricorda assai la *P. cordiformis* Costa sp.

Hab. Il mare delle Antille a Cuba e alla Martinica, e l'Oceano Atlantico all'isola di Sant' Elena.

Discorbis orbicularis (tav. III, fig. 8).

L'autore confrontò da prima questa sua specie con la *Rotalina dutemplei* del bacino di Vienna, della quale scrisse: « Très-voisine, par son ensemble caréné, bombé en dessous, du *R. orbicularis*, cette espèce s'en distingue par ses loges moins arquées et par sa partie supérieure plus évidée sur les côtés ». In realtà, la *R. dutemplei* è una *Truncatulina*, e per questa e per altre ragioni è cosa ben diversa dalla *Discorbis orbicularis* che è una *Discorbina*. Nel « Prodrome » la *Rosalina orbicularis* fu citata semplicemente quale « espèce très-déprimée ».

Il termine specifico *orbicularis* fu applicato da Terquem ad altra *Discorbina*. Questa però era già stata specificata da d'Orbigny nel 1826 come *Rotalia subrotunda*, cosicchè appare quanto mai conveniente il mantenere il termine *orbicularis* per la specie dell'eocene parigino.

Hab. Fossile nei dintorni di Parigi, a Mouchy-le-Châtel e a Les Boves (parisiano A).

Trochulina complanata (tav. III, fig. 9).

La *Rotalia complanata* trovasi citata nel « Prodrome » con le sole parole: « à loges bombées ». Terquem la illustrò nel 1882, ma accompagnò la descrizione con una figura che lascia molto a desiderare e che non risponde troppo al disegno inedito orbignyano. Trattasi di una *Discorbina*, non molto lontana, secondo le apparenze, dalla *D. orbicularis* di cui sopra.

Hab. Fossile nei dintorni di Parigi, a Les Boves (parisiano A), e, secondo Terquem, a Septeuil e a Vaudancourt.

Trochulina ferussaci (tav. III, fig. 10).

Ben poco si conosceva finora di questa specie, poichè non fu citata che nel « Prodrome » quale *Asterigerina* e quale « espèce trochoïde ». È una *Discorbina*.

Hab. Fossile nei dintorni di Parigi, a Les Boves (parisiano A).

Turbinulina gaimardi tav. IV, fig. 1).

Era specie finora interamente sconosciuta. Il disegno inedito orbignyano ce la rivela come una vera *Rotalia*, identica, secondo ogni apparenza, alla *R. papillosa* di Brady, dragata dal « Challenger » a Port Jackson in Australia e in altre stazioni del Pacifico meridionale, sempre a piccola profondità.

Hab. Il mare d'Australia a Rawack.

Turbinulina gaudichaudi (tav. IV, fig. 2).

Sconosciuta finora come la precedente. Trattasi probabilmente di una *Rotalia*, la quale ricorda quella forma dragata « dal Challenger » che Brady illustrò sotto il nome di *R. beccarii* (tav. CVII, fig. 2). La *R. gaudichaudi* ne differirebbe per essere costituita da un maggior numero di camere (14 in luogo di 12 nell'ultimo giro).

Hab. L'Oceano Pacifico alle Isole Marianne.

Turbinulina bulloides (tav. IV, fig. 3).

Parimente fin qui sconosciuta. Nel disegno inedito non è indicato il grado di perforazione del nicchio, e l'apertura apparisce conformata irregolarmente. Sembra tuttavia che si tratti di una *Discorbina* piuttosto che di una *Rotalia*. Essa, in ogni caso, non è da confondersi con la *Rosalina bulloides* di Cuba, che è tutt'altra cosa.

Hab. L'Oceano Atlantico all'Isola di Sant' Elena.

Turbinulina laevis (tav. IV, fig. 4).

Illustrando la *Rotalina akneriana* del bacino di Vienna, d'Orbigny scrisse: « Voisine par sa forme du *R. laevis*, cette espèce s'en distingue par son ombilic plus ouvert, par ses loges plus convexes, et par sa spire non saillante ». Anche in questo disegno non troviamo indicato il grado di perforazione del nicchio; non possiamo quindi asserire con certezza se si tratti di una *Truncatulina*. In caso affermativo, la *Turb. laevis* ricorderebbe di preferenza certe forme della *Trunc. ungeriana*, quale, p. e., è quella che fu figurata da Brady (tav. XCIV, fig. 9).

Hab. Manca ogni indicazione di località.

Turbinulina semimarginata (tav. IV, fig. 5).

La troviamo citata nel « Prodrome » quale « espèce rugueuse, ovale, bordée intérieurement », e la vediamo illustrata nel 1882 da Terquem mediante figure imperfette. Non è improbabile che si tratti di una *Pulvinulina* spettante al gruppo della *P. auricula*. È noto che in certe forme di tale gruppo (vedasi la fig. 6 della tav. CVI di Brady: *P. haueri*) la perforazione del nicchio è distintamente visibile anche a ingrandimenti di 40 a 50 diametri.

Hab. Fossile nei dintorni di Parigi a Grignon (parisiano A), e, secondo Terquem, a Vaudancourt e a Septeuil.

Gyroidina flavescens (tav. IV, fig. 6).

Stando alle apparenze, è da ritenersi che la *G. flavescens*, conosciuta soltanto per il disegno inedito ora pubblicato, sia una *Rotalia* non molto lontana da quella che suolsi indicare col nome di *R. orbicularis*.

Hab. Rinvenuta « dans un sable de délestage ».

Gyroidina carinata (tav. IV, fig. 7).

Nel « Prodrome » la *G. carinata* del « Tableau » diventa *Rotalia subcarinata* senza che l'autore accenni ad una diversità tra la forma fossile e la recente. È dubbio se si tratti veramente di una *Rotalia*. Esistono forme di *Truncatulina refulgens* che ricordano fino a un certo punto quella rappresentata dal disegno orbignyano (vedasi Brady: Chall., tav. XCII, fig. 8).

Hab. Il mare delle Antille alla Martinica. Fossile nei dintorni di Parigi, a Montmirail e a Ermenonville (parisiano B).

Gyroidina conoides (tav. IV, fig 8).

Molto probabilmente siamo anche qui in presenza di una *Truncatulina*, conoidale come la *Tr. refulgens*, ma elegantemente ornata alle suture e al margine.

Hab. Il Mare delle Indie.

Truncatulina miquelonensis (tav. IV, fig. 9).

Ricorda moltissimo certe forme regolari della *Tr. lobatula* (vedasi la fig. 1 della tavola XCIII di Brady), dalle quali sembra differire soltanto per il maggior numero delle camere che costituiscono l'ultimo giro.

Hab. L'Atlantico al Banco di Terranova e a Miquelon.

Spiegazione delle figure.

TAVOLA I.

1. *Rosalina semistriata* d'Orb. (= *Discorbina* cf. *globularis* d'Orb. sp.).
2. » *depressa* d'Orb. (= *Discorbina* cf. *cora* d'Orb. sp.).
3. » *affinis* d'Orb. (come la precedente).
4. *Rotalia trochidiformis* Lam. sp. (= *Discorbina* cf. *turbo* d'Orb. sp.).

5. » *saxorum* d'Orb.
6. » *gibbosa* d'Orb.
7, 8. » *trochus* d'Orb.
9. » *discoides* d'Orb.
10. » *elegans* d'Orb.

(5–10: come la precedente).

TAVOLA II.

1. *Rotalia marginata* d'Orb. (= *Discorbina* ? o *Pulvinulina* ?).
2, 3. » *grateloupi* d'Orb. (= *Discorbina* cf. *subrotunda* d'Orb. sp.).
4. » *dufresnei* d'Orb. (= *Pulvinulina* cf. *procera* Brady).
5. » *punctata* d'Orb. (= *Discorbina* cf. *concinna* Brady)
6. » *papillosa* d'Orb. (= *Truncatulina* cf. *margaritifera* Brady).
7. » *thouini* d'Orb. (= *Truncatulina* ? o *Rotalia* ?).
8. » *guerini* d'Orb. (come la precedente).
9. » *audouini* d'Orb. (= *Pulvinulina* cf. *pulchella* d'Orb. sp.).
10. » *audouini* d'Orb., varietas (= *Pulvinulina bisaculeata* d'Orb. sp.).

TAVOLA III.

1. *Rotalia burdigalensis* d'Orb. (= *Pulvinulina* cf. *pulchella* d'Orb. sp.).
2. » *suessonensis* d'Orb. (= *Pulvinulina* ? o *Rotalia* ?).
3. » *elliptica* d'Orb. (*Pulvinulina brongniarti* d'Orb. sp.).
4. » *nitida* d'Orb. (= *Pulvinulina menardi* d'Orb. sp.).
5, 6. » *pulchella* d'Orb. (= *Pulvinulina pulchella* d'Orb. sp.).
7. » *deformis* d'Orb. (= *Pulvinulina* cf. *cordiformis* Costa sp.).
8. *Discorbis orbicularis* d'Orb. (= *Discorbina orbicularis* d'Orb. sp).
9. *Trochulina complanata* d'Orb. (= *Discorbina* cf. *orbicularis* d'Orb. sp.).
10. » *ferussaci* d'Orb. (= *Discorbina ferussaci* d'Orb. sp.).

TAVOLA IV.

1. *Turbinulina gaimardi* d'Orb. (= *Rotalia papillosa* Brady).
2. » *gaudichaudi* d'Orb. (= *Rotalia* cf. *beccarii* [L.] Brady).
3. » *bulloides* d'Orb. (= *Discorbina* ? o *Rotalia* ?).
4. » *laevis* d'Orb. (= *Truncatulina* cf. *ungeriana* [d'Orb.] Brady).
5. » *semimarginata* d'Orb. (= *Pulvinulina* cf. *auricula* F. e M. sp.)
6. *Gyroidina flavescens* d'Orb. (= *Rotalia* cf. *orbicularis* [d'Orb.] auct.).
7. » *carinata* d'Orb. (= *Truncatulina* cf. *refulgens* [Montf.] Brady).
8. » *conoides* d'Orb. (= *Truncatulina conoides* d'Orb. sp.).
9. *Truncatulina miquelonensis* (= *Trunc.* cf. *lobatula* W. e J. sp.).

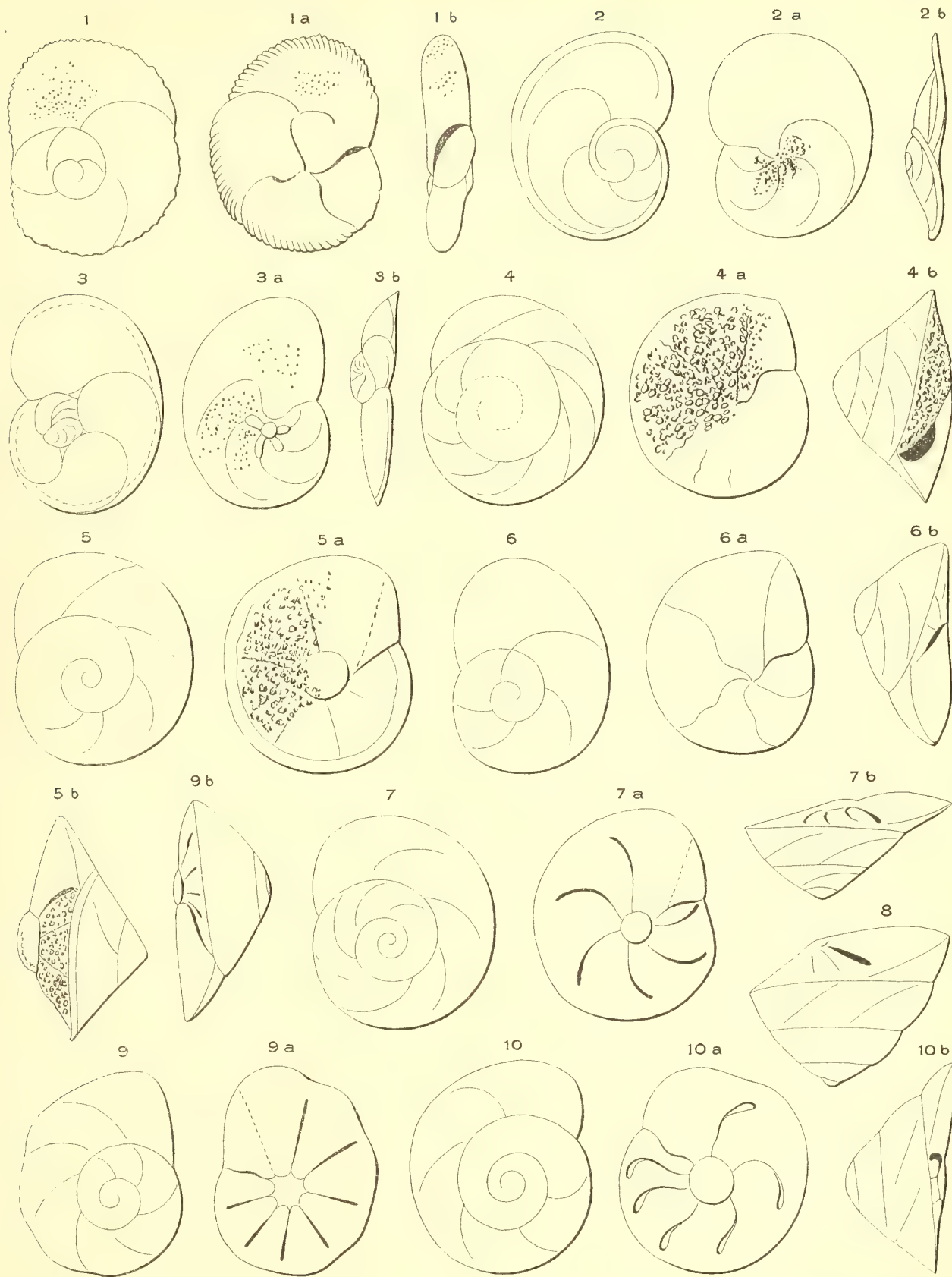
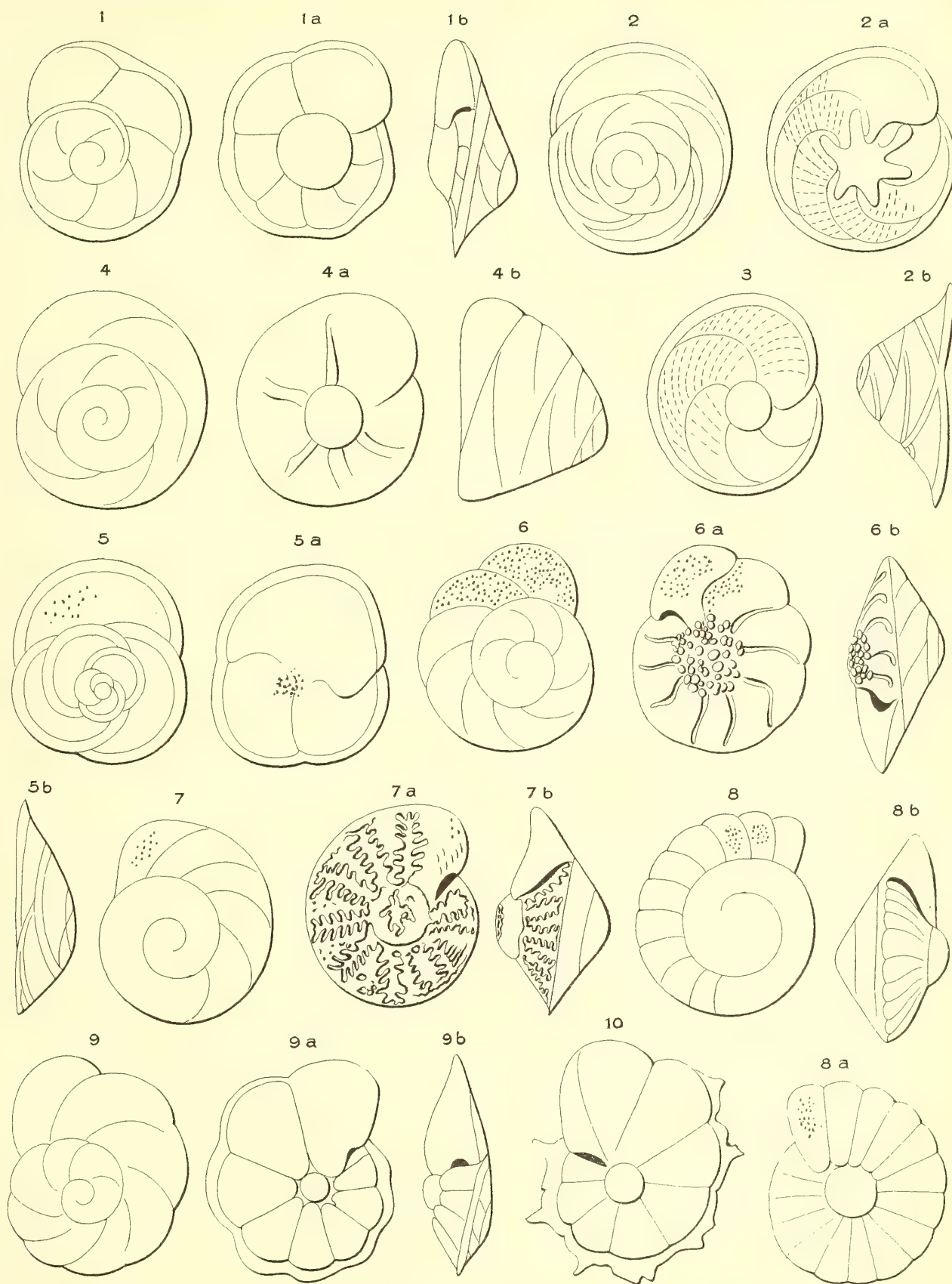
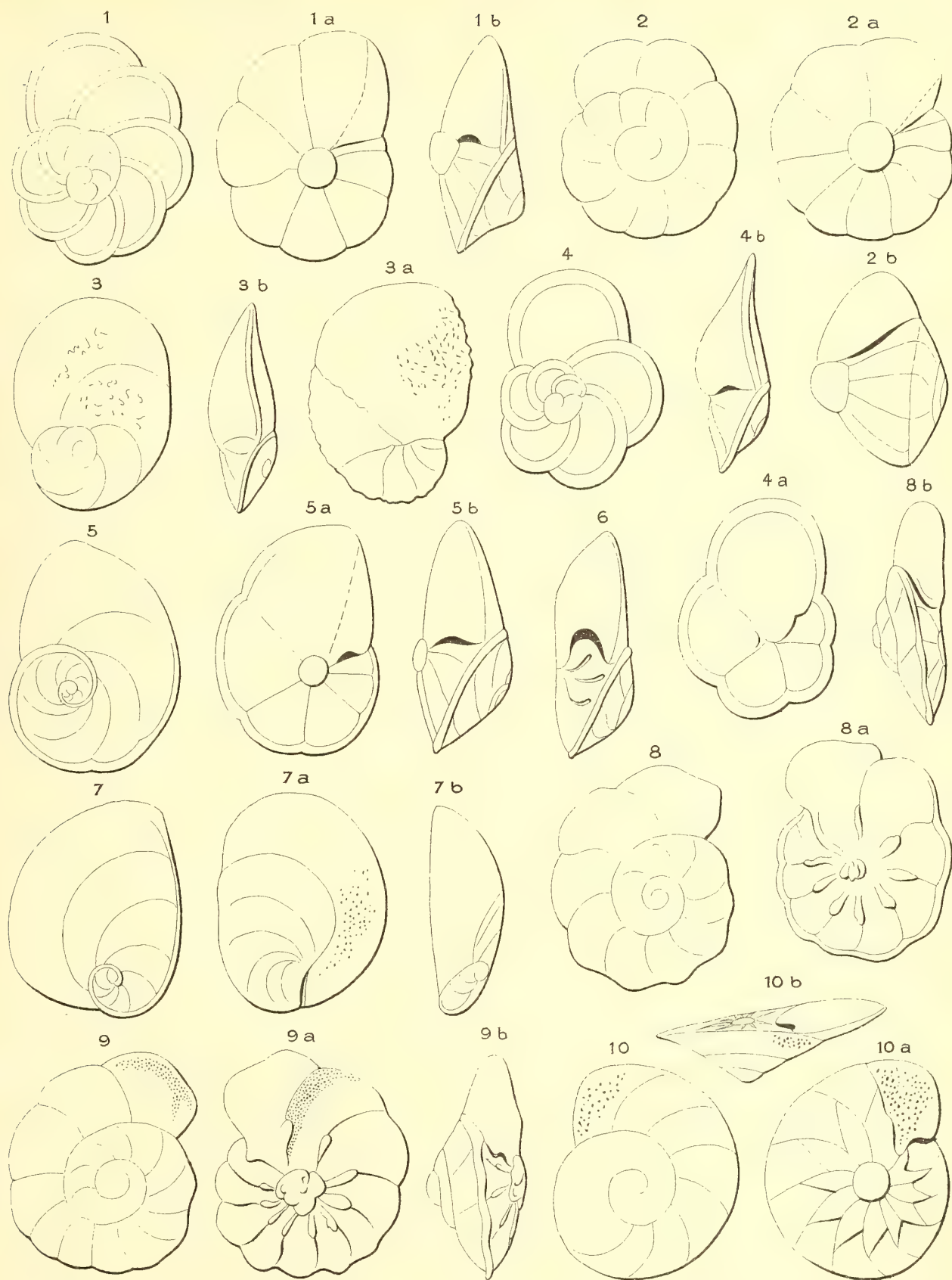
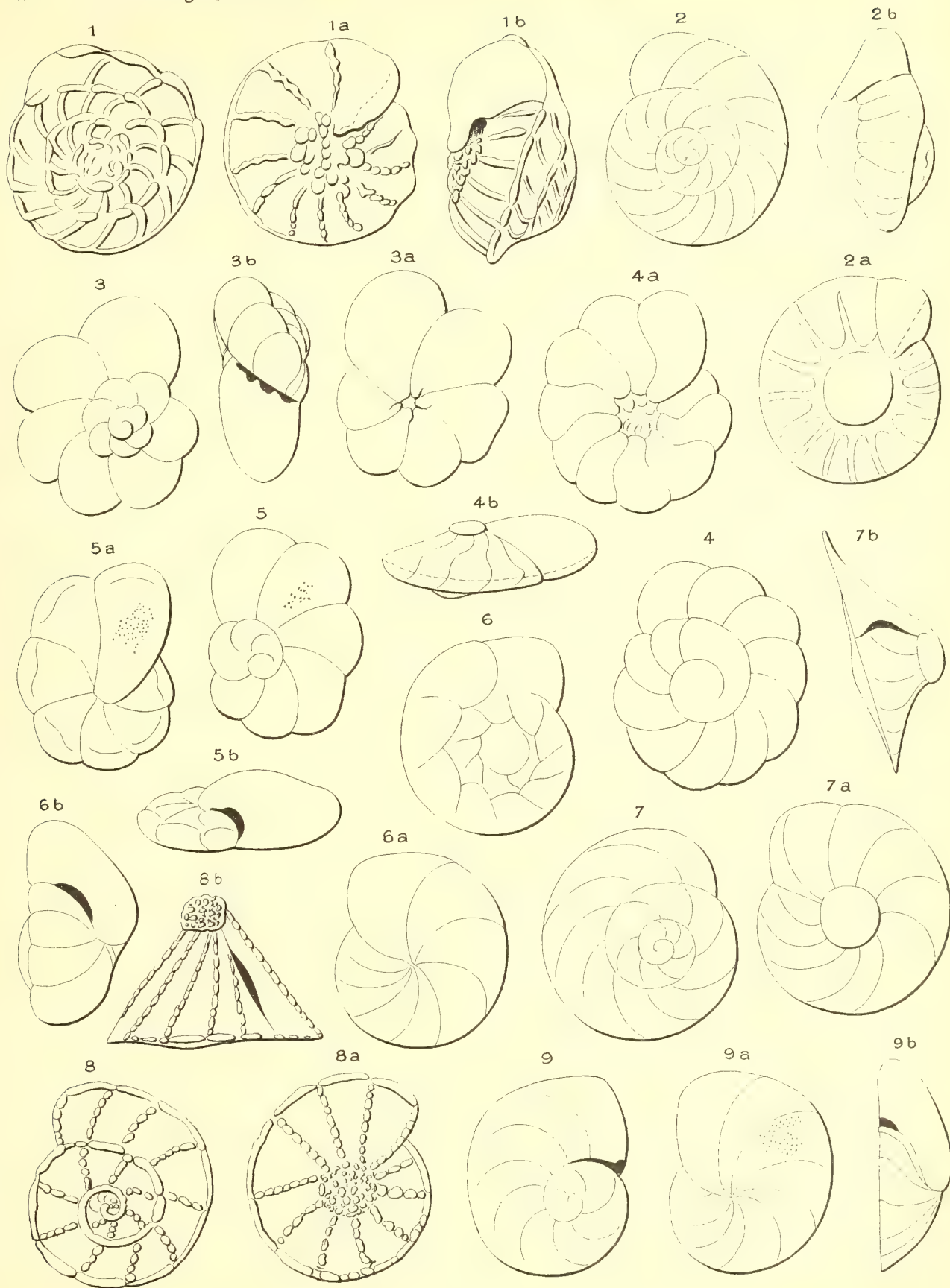
C. Fornasini: dai dis. ined. di d'Orb. *E. Contoli lit.* *Lit. E. Rizzoli - Bologna.*

C. Fornasini : dai dis. ined. di d'Orb. E. Contoli lit. Lit. E. Rizzoli - Bologna.

C. Fornasini : dai dis. ined. di d'Orb. E. Contoli lit. Lit. E. Rizzoli - Bologna.

C. Fornasini: dai dis. ined. di d'Orb.

E. Contoli lit.

Lit. E. Rizzoli - Bologna.

EFFETTI DEL RADIO SULLA RABBIA

E SUL VIRUS RABBICO

ESPERIENZE

DEL

Prof. IVO NOVI

lette nella Seduta del 26 Novembre 1905.

Il prof. Guido Tizzoni ha comunicato alla R. Accademia delle scienze di Bologna nelle sedute del 17 Aprile e 21 Maggio 1905, il risultato delle ricerche eseguite in collaborazione col Dott. Bongiovanni: *Sull' azione dei raggi del radio sul virus rabido in vitro e nell' animale. Sulla cura della rabbia coi raggi del radio.*

I risultati espressi in brevi termini quali sono esposti nei Rendiconti di detta Accademia (Nuova Serie Vol. IX (1904-905, fasc. 3° e pag. 91) sono: « *si può* « *affermare con assoluta certezza che il Radio distrugge rapidamente il virus rabido* « *tanto in vitro, quanto nell' animale, e ciò qualunque sia il punto nel quale è stata* « *praticata l' infezione, quindi qualunque sia la distanza fra questo e la parte sulla* « *quale viene diretta l' azione del rimedio* ».

E nel rendiconto della seduta 21 Maggio (Nuova serie Vol. IX 1904-1905 Fasc. 4° pag. 161): « *si può quindi concludere che la cura coi raggi del Radio vale a salvare* « *l' animale dalla morte anche quando la malattia è già in atto, ossia quando* « *la rabbia è già sviluppata* ».

Le particolarità poi della ricerca sono ben riferite nella relazione del Ruata inserita nel Bulletin de l' Institut Pasteur 1905 pag. 582-583 e così riassunte:

1° Il virus fisso per l' influenza di minerale radifero chiuso in tubetto di vetro saldato alla lampada a 10000 Unità radioattive perde la propria virulenza dopo una esposizione che varia da 1 a 4 ore, di modo che introdotto sotto la dura madre o nella camera anteriore dell' occhio non dà sviluppo di rabbia.

2° Tale materiale che ha perduto la propria virulenza introdotto alla dose di una goccia di una dissoluzione $^1/_{100}$ nella camera anteriore diventa un ottimo vaccino, sicchè il coniglio così operato acquista una immunizzazione contro la rabbia.

3° Adattando contro l' occhio di un coniglio infettato con virus fisso (sol. $^1/_{100}$) o nell' occhio stesso, o nell' opposto o sotto la dura madre o nella natica un campione del minerale radifero sopra indicato e tenendovelo sia in sedute diverse, sia in

una sola seduta; per 8 ore si può o impedire lo sviluppo della rabbia, o arrestarla, quando anche fossero trascorsi i $^2/_3$ del periodo di incubazione, e la forma rabbica fosse apertamente sviluppata.

La prima esposizione di questi risultati avvenuta in seno all'Accademia cui io pure ho l' onore di appartenere provocò da parte mia la dichiarazione, che il virus fisso proveniente dal mio Istituto essendo stato ottenuto, a mia insaputa da uno degli assistenti, il Dott. Pandolfini, per *sole ricerche istologiche*, non presentava quelle garanzie di purezza che sarebbero state necessarie, e che la incubazione infatti variante dai 7 ai 9 giorni notata dal prof. Tizzoni rappresentava una anormalità, poichè il virus che io coltivo da 15 anni ininterrottamente nel mio Istituto ha una incubazione di 4 giorni e uccide in 5ª giornata per innesti intracranici.

Osservai ancora in quell' occasione che l' esposizione di virus fisso ai raggi Röntgen per 15', raggi comunemente ritenuti molto più attivi di quelli emananti dal radio almeno per gli effetti chimici, fisici, biologici e terapeutici finora sperimentati, non produsse neppure un allungamento del periodo di incubazione apprezzabile.

Ricordo oggi brevemente a questo proposito che il 7 Aprile 1905 un tratto di midollo di coniglio ucciso per virus fisso di 1128° passaggio e tenuto per 24 ore in bottiglia Mariotte a 20° per l' attenuazione col metodo Pasteur fu sottoposto all' azione dei raggi Röntgen prodotti da tubo di Müller della graduazione di circa 5 a 6 al radiometro Benoist con 4-5 Ampères, (prof. Fochessati) per la durata di 15'. Parte di esso fu soppestato il giorno dopo e inoculata la diluzione sotto la dura madre di un coniglio e nella camera anteriore di una cavia. Il coniglio di confronto inoculato col materiale fresco contrasse la rabbia in 4ª giornata e morì in 6ª. Il midollo trattato coi raggi Röntgen uccise il coniglio in 6ª giornata come quello fresco e la paraplegia si era prodotta in 5ª giornata. La cavia presentò la paraplegia in 7ª giornata e morì in 8°. Altri 4 conigli trattati con lo stesso midollo che era stato sottoposto ai raggi Röntgen e inoculati 8 giorni dopo la esposizione stessa contrassero la rabbia senza apprezzabile ritardo, evidentemente perchè rinchiuso in tubetto sterilizzato il midollo non si era per nulla disseccato e i raggi Röntgen non vi avevano esercitato nessuna azione notevole.

Infine io feci notare che mentre da gran tempo desideravo cimentare il virus rabbico col radio, avevo sempre ritenuto incongrua l' applicazione sul luogo della infezione, specialmente poi quando questo era rappresentato dal bulbo oculare. Incongrua infatti apparisce tale applicazione sull' occhio, quando si ricordi le osservate alterazioni della stessa cute assai più resistente di certo ad azioni bio-chimiche di quello che non possano essere la cornea e i tessuti del globo oculare.

Invece io avrei desiderato di cimentare il virus rabbico col radio nel pensiero di ricavarne un vaccino, perchè se è vero che col metodo del Pasteur il calore e il disseccamento tolgono la virulenza al virus, è anche vero che gli tolgono parte del valore vaccinale, cosicchè è dimostrato che il virus che ha perduto interamente la sua virulenza ha anche perduto il suo potere vaccinante.

Io aveva quindi pensato che il radio, agendo in breve spazio di tempo e con mezzi fisico-chimici del tutto speciali, avrebbe potuto forse togliere la virulenza e lasciare o trasformare il valore vaccinale.

Le osservazioni che il Prof. Tizzoni comunicò in quella prima seduta non riguardavano affatto esperienze del genere da me accennato, ma ricerche come quelle da me indicate furono invece esposte nella 2ª comunicazione.

Questa, che non solo confermava il valore terapeutico del radio, ma annunciava anche la realizzazione di quanto io aveva pensato, m' imponeva l' obbligo di ripetere le prove unicamente perchè naturale sarebbe venuta l' applicazione del nuovo metodo tanto più semplice, da sostituirsi al metodo del Pasteur anche nel servizio antirabico che io dirigo da 16 anni.

Fu così che l' On. Presidente dell' Istituto antirabico mi autorizzò alle spese occorrenti e la Commissione con una deferenza, di cui io non perderò mai la memoria, mi lasciò pienamente libero nella scelta dei mezzi di prova.

Le mie ricerche furono eseguite con un campione di 5 *milligrammi di bromuro di radio puro cristallizzato* fornitomi direttamente dalla Ditta Dottor Richard Stahmer di Amburgo. Questa Ditta a mia richiesta di determinazione del potere radio attivo in unità radioattive mi fece notare che il metodo di dosamento per unità radio attive usato in Francia non era pratico, nè positivo e però essa non intendeva valersene.

Il campione suddetto in forma di piccoli nuclei cristallini giallognoli è contenuto in una scatoletta cilindrica di ebanite chiusa da un coperchio di ottone forato, con l' apertura occupata da un disco sottile di mica. I cristalli sono brillanti al buio perfetto come piccole bragie, sono fosforescenti se si applica l' astuccio sull' occhio sopra le palpebre, come fu già notato dal Giesel e illustrato da Himstedt e Nagel (1), mentre gli ordinari cloruro e bromuro di Bario radifero o altri sali impuri pur essendo molto più luminosi in ragione della gran copia di corpi cui la presenza di minime quantità di radio rendono fosforescenti, non si avvertono affatto se vengono applicati sull' occhio con le palpebre chiuse.

Quand' ero alla fine delle mie esperienze con questo primo campione cioè nel Luglio e dopo molte applicazioni sugli occhi dei conigli e conseguente inumidirsi del preparato, questo, spedito all' illustre Prof. Roiti a Firenze fu trovato possedere la metà circa del valore radio attivo posseduto da un suo campione simile.

Il campione del Prof. Roiti aveva 1800000 unità radio attive, il mio quindi essendo inferiore della metà doveva giungere a circa 900,000, alla fine delle sperienze.

È noto fin dalle osservazioni della Signora Curie che la dissoluzione dei sali di Radio diminuisce o spegne la attività temporaneamente, attività che ritorna col disseccamento successivo. Il mio preparato non si era disciolto certamente, ma inumi-

(1) Citati da Jean Escard. Le Radium et ses Proprietés. Paris 1905 pag. 112.

dito e successivamente è tornato allo stato di perfetta secchezza, ma ripeto quando fu inviato al Prof. Roiti aveva allora allora servito alle ricerche sui conigli.

I campioni avuti dagli osservatori che ebbero a verificare le forti azioni biologiche sulla cute sana, Wallkoff e Giesel, Becquerel e Curie avevano dei valori assai vari : da 800000 unità in un campione usato da Becquerel e Curie (1) del peso di 20 centigrammi ad un altro ricordato da Besson (2) di 19000 unità appena.

Un altro campione di radio che ebbi a lungo a mia disposizione, proveniente dalla stessa Ditta, era rappresentato da 1 gr. di cloruro di Bario radifero chiuso in tubetto di vetro saldato alla lampada. Esso era luminosissimo anche in ambiente parzialmente rischiarato, come in una stanza illuminata da luce artificiale.

Un terzo campione di 5 milligr. di bromuro di radio puro, chiusi in tubetto di vetro chiuso alla lampada, discretamente luminoso e proveniente dalla stessa Ditta mi servì pure a prove di confronto. Debbo alla somma gentilezza dell' illustre Collega Prof. Ciamician le prove eseguite con questi due campioni, che egli mi prestò con una compiacenza di cui gli sono tenutissimo.

Ho creduto opportuno stabilire delle prove di confronto non solo per rispetto all' azione fisiologica di questi campioni, ma anche per rispetto all' influenza chimica da essi esercitata per rendermi conto fino a un certo punto del loro valore assoluto.

Il campione di proprietà dell'Istituto Antirabico, racchiuso sotto lastrina di mica oltre ai fenomeni ottici di cui ho detto, alla luminosità che impartiva a schermi di platinocianuro di bario, scaricava rapidamente un elettroscopio a foglie d' oro fatte divergere da una carica non indifferente, prodotta da forte confricazione di asta coibente con pelle di gatto.

Gli altri due campioni scaricavano più o meno rapidamente delle cariche provenienti da macchine elettrostatiche Wimshurst.

Le applicazioni che io ho fatto coi campioni suddetti sono avvenute sempre a distanze di molto inferiori ai 5 centimetri, anzi la distanza fu di mezzo centimetro per il campione protetto dalla mica, e fu nulla o appena determinata dalla grossezza del tubo di vetro per i campioni racchiusi nei tubetti.

Si capisce che per questi non potè trattarsi di emanazioni, bensì per il primo campione, per tutti poi poterono agire tutte tre le sorta di raggi α, β, γ, che furono fatti convergere verso il corpo da influenzarsi ricorrendo a un astuccio di piombo in cui il campione era allogato.

Alcune prove tentai pure per determinare relativamente il valore radioattivo dei tre campioni saggiandone la rispettiva copia di raggi β, che, come è noto, agiscono come i catodici e cioè hanno proprietà fotochimiche sulle lastre molto sensibili.

---

(1) Comptes rendus Vol. CXXXII pag. 1289.

(2) Paul Besson. Traduzione del Rüdinger. Leipzig 1905. Das Radium und die Radioaktivität pag. 66.

I campioni si facevano agire due alla volta sulla stessa lastra impedendo con uno schermo di piombo che l' uno esercitasse l' azione nel campo riservato all' altro. Si è scelta una lastra sola perchè, come è noto, ogni lastra ha, può dirsi, una sensibilità diversa. La distanza tenuta fu di 10 a 20 centim., la durata della posa da 5' a 8'.

I risultati di queste prove hanno certamente una certa importanza, non tanto perchè essi hanno dimostrato per singoli campioni varia copia di irradiazioni specifiche di β o di γ, quanto perchè ho così potuto provare di aver fatto uso di campioni che possedevano gran copia di raggi β e di altri ricchi massimamente di raggi γ, non potendosi quindi farmi l' appunto che nell' una o nell' altra delle mie esperienze mancasse alcuna delle speciali irradiazioni.

Nelle figure seguenti sono rappresentate positive di prove fotografiche ottenute per pose di 5' alla distanza di 10 cm. Il liquido rivelatore fu preparato con idrochinone e metolo, le lastre Jougla.

Figura 1ª - $Ra\ Br^2$ (A) Campione dell' Istituto antirabico
Figura 2ª - $Ra\ Br^2$ (C) Campione del prof. Ciamician
Figura 3ª - $Ra\ Cl^2 + Ra$ (C) Campione del prof. Ciamician

In queste fotografie si è cercato di far impressionare la positiva in modo che il tratto su cui il Radio non aveva agito linea o croce (rappresentate da sottile schermo

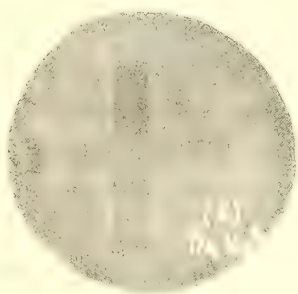



Fig. 1ª Fig. 2ª Fig. 3ª

di piombo) avesse in tutte tre le positive il medesimo grado di ombreggiatura, cosicchè si potesse vedere il confronto della potenzialità diversa dei campioni di radio apprezzabile dal chiarore, che circonda la linea o croce centrale.

I due campioni di Bromuro di radio diedero una impressione sensibilmente eguale, più forte fu l' effetto del campione coperto da mica, invece il campione di materiale radifero che dava il massimo di fosforescenza diede anche il massimo d' impressione sulle lastre fotografiche e cioè per lo meno 2 volte maggiore. Scindere l' azione dei diversi raggi come era abbastanza facile, cioè degli α con la distanza o con uno schermo di alluminio, dei β con l' influenza di un campo magnetico, non mi parve valesse la pena dati i risultati che verrò esponendo; mi preme però innanzi tutto di affermare *che scopo delle mie esperienze non fu quello di ripetere quelle annunziate dal prof. Tiz-*

zoni, ma unicamente di studiarne la pratica applicazione nella cura della rabbia togliendo le prove dal campo puramente scientifico del laboratorio.

* * *

Io tentai quindi l' influenza del radio sopra conigli inoculati nel modo consueto sotto la dura madre o nella camera anteriore del globo oculare, collocando il campione di radio o dietro la nuca in rispondenza del bulbo o davanti all' occhio. Queste prove furono eseguite tutte col mio campione di Bromuro di Radio protetto da una calotta di piombo che concentrava i raggi ed era sostenuta davanti all' organo da una morsetta fissata sopra una museruola.

Perchè l' animale non si togliesse o spostasse l' applicazione, aveva legate le zampe anteriori fra loro; osservo inoltre che in queste esperienze era possibile l' emanazione oltre che l' irradiazione.

Sebbene la pratica dell' inoculazione sia ormai nota a chiunque, reputo mio dovere di indicare la tecnica di cui mi sono sempre servito da quando me l' apprese direttamente il mio maestro prof. Luciani fin dall'86 cioè quand'ero a Firenze suo assistente, tecnica, che vidi poi anche applicata dall'ottimo Viala nell' Istituto Pasteur a Parigi. Questa esposizione è necessaria perchè chiunque voglia, possa ripetere le mie prove, esaminarle interamente e vagliarle.

Il coniglio è trattenuto da un morso Czermack (a Parigi era cloroformizzato). Si applica sopra uno dei parietali convenientemente scoperto e scollato dal periostio una corona di trapano o una semplice trefina e si punge la dura madre con l' ago cannula retta o curva che sia, ma molto fina e tagliente.

Il materiale d' innesto è bulbo soppestato in rapporto del 10 % in soluzione di Cloruro di sodio al 7,5 ‰ e di essa vengono spinte poche goccie o verso le circonvoluzioni anteriori o verso le posteriori, ma in modo che il liquido si veda fuoruscire in parte dalla ferita della meninge ed evitando assolutamente emorragie.

Un punto di sutura della cute e un po' di collodion sulla ferita chiudono la brevissima operazione, dopo la quale l' animale dimostra di sentirsi bene perfettamente, perchè mangia la verdura che gli venga pôrta.

I conigli usati erano tutti adulti e di peso vario da Kg. 1,500 a 2.

Con questo metodo dichiaro che in tanti anni di lavoro non ho mai trovato un coniglio, che resista alla iniezione di virus fisso, e se alcuno è sopravvissuto fu per imperizia di sperimentatori, poichè sottoposto di nuovo l' animale ad inoculazione fatta con diligenza si ebbe regolarmente la riproduzione fedele della forma rabbica.

Quanto all' innesto nella camera anteriore del globo oculare, occorre un ago ben aguzzo e io osservo l' opacarsi del foro pupillare per la mescolanza del virus rabbico coll' umor acqueo. L' estrazione dell' ago fa fuoruscire certo questa mescolanza e non sappiamo in questo caso quante volte resti sufficiente l' infezione.

Nelle ultime prove per assicurarmi della infezione ho sottratto prima un po' di

umor acqueo 1 o 2 goccie e l' ho sostituito col virus e così m' è parso di raggiungere meglio l' assoluta sicurezza di innesto, *senza della quale nessuna prova ha valore.*

So benissimo che il prof. Tizzoni si è valso sempre di diluzione di virus all' 1 $^0/_0$ ed ho detto proprio, che non ho voluto semplicemente ripetere le sue prove.

È noto che vi ha chi afferma essere certamente infettante una miscela anche dell' 1 in 10000 come il Nitsch (1) mentre secondo l' Högues questa diluzione spegne la virulenza della rabbia. Secondo il Marie (2) la divergenza proviene dal diverso modo di eseguire la emulsione.

Così secondo il Remlinger (3) la centrifugazione per un' ora di soluzione al $1/_{50}$ e al $1/_{100}$ e secondo Barrat anche al $1/_{10}$ toglie la virulenza degli strati superiori.

Ora, per il virus rabbico, come del resto per un materiale culturale qualunque non può parlarsi di diluzioni così, come se si trattasse di materiali tossici disciolti.

Si sa che una miscela non omogenea come sono le così dette emulsioni di sostanza nervosa, ha una virulenza molto varia nei diversi saggi che se ne possono ricavare e le seminagioni che si possono ottenere in vari tubi con la stessa ansa affondata in una medesima cultura dimostrano troppo bene che il numero dei germi che può esportarsi è variissimo da un saggio all' altro.

In ricerche come queste, occorre un innesto che dia senza dubbio lo sviluppo della malattia. Limitazione alla minima dose mortale non può farsi che per il materiale *tossico*, perchè esso direttamente agisce, perchè esso ha influenza attuale, non può limitarsi l' introduzione di un materiale infettante perchè i germi possono trovare nell' organismo mille modi che tendono a distruggerli più che non sia per le tossine.

Le esperienze che ho fatto per tentare l' azione curativa sono esposte nella tabella che segue:

---

(1) Recentemente il Nitsch (Riferito nella Rivista d' Igiene e Sanità pubblica 1905 pag. 929). ha dato come dose mortale minima un valore variabile da 5 milligrammi a 2 decimi di milligramma, come si vede una grandissima differenza.

(2) Bulletin de l' Institut Pasteur 1905 pag. 300.

(3) Bulletin de l' Institut Pasteur 1905 pag. 301.

TABELLA 1.

N. d'ordine	Data	Qualità del virus	Diluizione	Via di infezione	Materiale radifero applicato	Luogo di applicazione	Durata dell' applicazione	Giornata dell' applicazione dopo la infezione	Giornata di sviluppo della paraplegia	Morte	Osservazioni
1	31-5-905	virus di strada (cane)	10 %	endoculare destra	Ra Br^2	occhio destro	8 ore	16ª	21	23	
—	id.	id.	id.	id.	—	— —	——	——	16	21	testimonio
2	5-6-905	virus di strada (cane)	10 %	endoculare	Ra Br^2	occhio destro	8 ore	17ª	16	19	
	id.	id.	id.	intracran.	——	——	——	——	15	17	testimonio
3	10-6-905	virus fisso 1140 pass.	10 %	intracran.	Ra Br^2	collo	8 ore	4ª	4	6	
—	id.	id.	id.	id.	—	— —	—	——	4	6	testimonio
—	14-6-905	virus fisso 1140	10 %	intracran.	—	—	———	——	4	6	testimonio
4	id.	id.	id.	intracran.	Ra Br^2	occhio destro	11 ore	2ª e 3ª	4	6	applicazione di 5 ore nel 2° di 6 ore nel 3° giorno
5	20-6-905	virus fisso 1141	1 %	intracran.	Ra Br^2	occhio destro	6 ore	1ª	4	6	
—	id.	id.	id.	id.	——		——	——	4	6	testimonio
6	23-6-905	virus fisso 1143	10 %	intracran.	Ra Br^2	occhio sinistro	6 ore	2ª	4	6	
7	24-6-905	virus fisso 1143	10 %	intracran.	Ra Br^2	nuca	6 ore	1ª	4	6	
8	27-6-905	virus fisso 1143	1 %	endoculare destra	Ra Br^2	occhio destro	8 ore	1ª	28	31	applicazione immediata, inoltre il coniglio era stato inoculato con materiale esposto per 25 ore al Ra Br^2
9	30-8-905	virus fisso 1155	10 %	intracran.	Ra Br^2	occhio destro	8 ore	4ª	4	6	
10	31-8-905	virus fisso 1155	10 %	endoculare destra	Ra Br^2	occhio destro	$15^h, 30'$	1ª	22	24	applicazione immediata
11	id.	id.	id.	id.	Ra Br^2	id.	id.	2ª	6	8	applicazione dopo 24 ore
—	4-9-905	virus fisso 1155	10 %	intracran.	Ra Br^2	——	——	——	4	6	testimonio
12	5-9-905	id.	id.	id.	Ra Br^2	occhio destro	23 ore	1ª	4	6	applicazione immediata
—	7-9-905	virus fisso 1155	10 %	intracran.	——	——	——	——	4	6	
13	id.	id.	id.	endoculare destra	Ra Br^2	occhio destro	24 ore	1ª	4	7	applicazione immediata
14	8-9-905	virus fisso 1156	10 %	intracran.	Ra Br^2	occhio destro	24 ore	1ª	4	6 ½	applicazione immediata
15	9-9-905	virus fisso 1156	10 %	intracran.	Ra Br^2	occhio destro	24 ore	1ª	4	6	applicazione immediata
—	10-9-905	virus fisso 1156	10 %	intracran.	Ra Br^2	——	——	——	4	6	testimonio
16	id.	id.	id.	endoculare destra	Ra Br^2	occhio destro	24 ore	1ª	5	7	applicazione immediata

I risultati di queste prove, che evidentemente era inutile ripetere ulteriormente, hanno dato che l' applicazione di un campione di radio avente un numero elevatissimo di unità radio attive e agente anche per emanazione non vale mai a impedire lo sviluppo dell' idrofobia nè a ritardarlo. E ciò, tanto quando l' applicazione sia fatta immediatamente dopo la infezione, come nel 1°, 2° e 4° giorno o poco prima che si presentino i fenomeni della rabbia. Il ritardo notato è dovuto al luogo della infezione e cioè all' innesto endoculare, che dà ordinariamente uno sviluppo più tardo, che non l' innesto intracranico. Importante è il caso N. 8, in cui si ebbe ritardo per doppia azione in vitro e sull' organismo. L' applicazione anche lunghissima di 24 ore non ha dato migliori risultati quando l' innesto era fatto sotto la dura madre: una volta sola nella esperienza N. 9 per innesto endoculare si ebbe un ritardo notevolissimo, di 18 giorni sull' ordinario, essendosi eseguita una lunga esposizione in prima giornata dall' innesto. La maggiore diluzione e la piccola introduzione di virus diedero ritardo maggiore di sviluppo. Tutto ciò per il virus fisso di passaggio antichissimo cioè da 1140° a 1161° passaggio.

Quanto al virus di strada provato sopra due diversi virus rispettivamente dell' incubazione di 15 a 16 giorni, dimostrata da testimoni, l' applicazione fatta in un caso a rabbia sviluppata e cioè in 17° giornata, e nell' altro caso quando il coniglio ancora si trovava in perfetta salute cioè in 16° giornata, mentre il testimonio in tal giorno presentava già i sintomi caratteristici, non diede nessun risultato.

I conigli andarono a morte con la medesima sindrome fenomenica e nel tempo ordinario sebbene le inoculazioni fossero state eseguite nel globo oculare.

La mancanza assoluta di risultati osservata in queste prove mi stimolò a cercare se il radio esercitasse *in vitro* quella influenza, che io aveva sperato e che il prof. Tizzoni aveva avuto campo di annunziare nella sua seconda comunicazione fatta alla nostra Accademia.

Le esperienze eseguite *in vitro* furono compiute con tutti tre i campioni di radio accennati, avvertendo che i campioni chiusi in tubetti di vetro erano immersi direttamente nella emulsione e lasciati in contatto per il tempo rispettivamente segnato nella tabella seguente:

TABELLA II.

N.° d'ordine	Data	Qualità del virus	Diluizione	Luogo di innesto	Materiale radifero	Durata della esposizione	Giornata di sviluppo della rabbia	Periodo dall'innesto alla morte	Osservazioni
1	13-6-905	virus fisso 1140	2 %	intracran.	Ra Br^2	10 ore	4	6	tratto di $^1/_2$ cm. di midollo esposto al radio senza dissoluzione
2	id.	id.	id.	id.	id.	id.	4	6	
	id.	id.	id.	id.	—	—	4	4	testimonio
3	17-6-905	virus di strada putrefatto (cane)	10 %	endoculare	Ra Br^2	25 ore	24	26	esposto il bulbo in natura, un tratto di $^1/_2$ cm.

N.° d'ordine	Data	Qualità del virus	Diluizione	Luogo di innesto	Materiale radifero	Durata della esposizione	Giornata di sviluppo della rabbia	Periodo dall'innesto alla morte	Osservazioni
4	id.	id.	id.	endoculare	id.	id.	32	33	
5	id.	virus fisso 1411	2 %	intracran.	Ra Br^2	10 ore	4	6	
6	id.	id.	id.	endoculare	id.	id.	8	13	si era prodotta panoftalmite
7	20-6-905	virus fisso 1142	1 %	intracran.	id.	8 ore, 30'	4	5	
8	id.	id.	id.	id.	id.	id.	4	5	
	id.	id.	id.	id.	—	—	4	6	testimonio } lo stesso materiale nelle stesse condizioni, ma senza Ra
	id.	id.	id.	id.	—	—	4	6	testimonio }
9	21-6-905	virus di strada putrefatto (cane)	10 %	intracran.	Ra Br^2	10 ore	19	21	esposto un brano del bulbo
10	id.	id.	id.	endoculare	id.	id.	20	23	
11	27-6-905	virus fisso 1143	1 %	intracran.	Ra Br^2	25 ore	4	6	
—	id.	id.	id.	id.	—	—	4	6	testimonio soluzione eguale tenuta per confronto senza Ra
12	10-7-905	virus fisso 1145	1 %	intracran.	Ba Cl^2 radifero	24 ore	4	6	
-	id.	id.	id.	id.	—	—	4	6	testimonio
13	id.	id.	id.	endoculare	Ba Cl^2 radifero	24 ore	9	11	
14	18-7-905	virus fisso 1147	1 %	endoculare	id.	id.	7	9	
15	id.	id.	id.	id.	id.	id.	12	14	
16	id.	virus fisso 1147	10 %	endoculare	Ra Br^2	24 ore	9	11	
17	id.	id.	id.	id.	id.	id.	—	—	sopravissuto fino al 19 Settembre e rinoculato come al n.° 18
18	19-9-905	virus fisso 1157	10 %	endoculare	—	—	20	23	
	id.	id.	id.	intracran.	—	—	4	6	
19	19-7-905	virus fisso 1147	10 %	intracran.	Ba Cl^2 radifero	3 ore	3	6	
	id.	id.	id.	id.	—	—	4	6	testimonio
20	22-7-905	virus fisso 1147	10 %	id.	Ba Cl^2 radifero	3 ore	4	6	
21	23-7-905	virus fisso 1148	id.	id.	id.	id.	4	6	
22	24-7-905	id.	id.	id.	id.	id.	4	6	
23	17-11-905	virus fisso 1166	1 %	endocran.	Ra Br^2 in tubetto	24 ore	4	6	
24	id.	id.	id.	endoculare	id.	id.	10	12	
25	id.	id.	id.	id.	id.	id.	—	—	sopravissuto fino al 12 Gennaio 1906, rinoculato in tal giorno con virus fisso (pass. 1172) in via endocranica ha contratto la rabbia in 4ª giornata ed è morto in 6ª.

Quando ho usato il campione protetto da sola mica ho adattato sopra la capsulina una seconda capsula di piombo ed ho situato il campione in modo che esso si trovasse a 1 cm. di distanza dal livello del liquido da influenzarsi o del midollo su cui doveva agire, collocato sul fondo di un bicchiere a calice previamente sterilizzato.

Il contatto durò da 3 a 25 ore, le soluzioni furono all' 1 $^0/_0$ e al 10 $^0/_0$, oppure si pose in opera un tratto di midollo spinale di coniglio della lunghezza di $^1/_2$ cm., la temperatura fu di 20°.

Esperienze sull' azione in vitro del radio sul virus rabbico erano state eseguite nel marzo di quest' anno dal Rehns insieme al Viala (1) ed i risultati della esposizione del virus prolungata fino a 72 ore erano sempre riusciti negativi. Si noti che ciò era avvenuto per virus diluito posto in sottilissimi tubi di vetro alla distanza di $^1/_2$ centimetro dalla superficie radiante, questa però non dava che irradiazioni, essendo il materiale chiuso in tubi saldati alla lampada.

Invece i detti autori trovarono che il virus insensibile alle irradiazioni è sensibile alle emanazioni e provarono l' asserto con la seguente esperienza : « 1 cc. di emulsione « *filtrata su carta* è posta in piccola ampolla di vetro, e messa in comunicazione con « altra ampollina contenente 30 milligrammi di Ra Br^2 puro, disciolto in 5 cc. circa « di acqua distillata. Si *fa il vuoto* e si lascia in ghiacciaia per 24 ore. L' inoculazione del coniglio dimostra che il virus ha perduto tutta la sua virulenza, esso « era divenuto luminoso ».

Evidentemente le condizioni di questa esperienza sono del tutto speciali.

Una copia strabocchevole di Radio in contatto intimo nel vuoto per 24 ore con una piccolissima quantità di virus su cui agire ! Tuttavia valendomi del mio campione che essendo coperto da sola mica poteva dare emanazioni eseguii le esperienze della Tabella II.

L' esito concorde di queste prove dimostra che il Radio anche per esposizione di 25 ore con campioni validissimi non vale a togliere la virulenza neppure in diluzioni all' 1 $^0/_0$ di virus fisso ben stemperato in soluzione fisiologica.

E questo effetto non si ottiene dal Radio neppure trattando virus di strada attenuato come suol essere da processi avanzati di putrefazione. Anche in queste esperienze le inoculazioni endoculari diedero una incubazione più lunga di quelle intracraniche.

Una sola sopravvivenza (2) si ebbe quella notata nel caso N. 17, sopravvivenza di due mesi. La prova tentata allora per dimostrare se quel coniglio sopravissuto fosse immunizzato dimostrò che ciò non era perchè inoculato nel globo oculare morì di rabbia pur presentando un notevole ritardo nella incubazione e cioè di 16 giorni sul testimonio.

---

(1) Comptes Rendus de la societè de Biologie 1895, pag. 492.

(2) Un' altra se n' ebbe dal N. 25 dopo la consegna di questa memoria e la rinoculazione eseguita dopo 2 mesi diede lo sviluppo della rabbia nel tempo consueto preciso cioè in 4ª giornata e la morte in 6ª.

Particolarmente interessante si presenta la prova eseguita sopra tre conigli e segnata in tabella coi N. 23, 24 e 25, si trattava di virus fisso di 1166° passaggio in diluzione dell' 1 $^0/_0$ ed esposto per 24 ore alle irradiazioni del campione di Ra Br^2 chiuso in tubetto saldato.

Il coniglio inoculato sotto la dura madre contrasse la rabbia nel termine solito di 4 giorni e ne morì in 6ª giornata. Gli altri due conigli furono innestati nella camera anteriore e l' uno di essi presentò la paraplegia in 10ª giornata e morì in 12ª invece l' altro sopravvisse, ma nel primo si era diminuita la pressione endoculare, nel secondo fuoruscì gran parte dell' umor acqueo dopo l' iniezione.

Queste prove naturalmente non erano ancora terminate quando presentai la memoria all'Accademia, ma sono molto istruttive perchè portano argomento al mio asserto che la sopravvivenza si debba a condizioni proprie dell' animale di esperienza e non all' influenza del Radio. Se questa avesse agito, tutte le inoculazioni sarebbero riescite innocue, e invece tale riescì solamente una di quelle meno sicure cioè una delle endoculari e poi l' animale sopravvissuto, rinoculato in via intracranica dopo 2 mesi di sopravvivenza contrasse la rabbia.

Considerati in complesso i risultati favorevoli che si ebbero dalla influenza del Radio sul virus rabbico si possono riassumere a 3 casi. In due si ebbe un prolungamento del periodo di incubazione, notandosi però che in uno l' inoculazione era stata eseguita nell' occhio con materiale esposto al Radio per 25 ore e poi l' occhio innestato fu ancora sottoposto all' azione del Radio per altre 8 ore. Con tutto ciò il coniglio contrasse l' idrofobia.

In due casi solo innestati pure nell' occhio con materiale diluito al $^1/_{10}$ ed esposto per 24 ore alle emanazioni del Bromuro di radio, si ebbe la sopravvivenza per 2 mesi, mentre altri conigli innestati precisamente nello stesso modo e nelle medesime condizioni morivano in 11ª e 12ª giornata dall' iniezione.

I conigli sopravvissuti non si dimostrarono tuttavia immuni, ma contrasse la rabbia con ritardo solamente quello rinoculato nel globo oculare. Il fatto che questi risultati che depongono parzialmente per l' influenza del Radio si verificarono sopra animali innestati nel bulbo oculare, cioè con un mezzo non perfettamente sicuro di infezione mi stimolò ad eseguire alcune prove per dimostrare l' influenza di deboli introduzioni

Queste prove in numero di cinque sono riassunte nel quadro seguente :

N° d'ordine	Data	Virus	Quantità iniettata	Diluizione	Periodo della inoculaz.	Giorno della morte
1	18-7-905	fisso 1147	una goccia	1 %	17	19
2	idem	id.	2 o 3 goccie	id.	11	13
3	idem	id.	una goccia	id.	4	6
4	12-10-905	fisso 1161	2 goccie	2 %	6	8
5	idem	id.	una goccia	id.	4	6

La 3ª e la 5ª prova rappresentano conigli di confronto inoculati con una sola goccia della stessa diluzione, ma in via intracranica, mentre gli altri animali erano inoculati senza togliere precedentemente la pressione col sottrarre un po' di umor acqueo.

La durata assai varia dell' incubazione nei casi ora citati, ove il radio non aveva avuto a che fare toglie naturalmente il piccolo valore che potevano presentare i pochi casi positivi riportati, e del resto la sopravvivenza nei casi di innesto endoculare è un fatto tutt' altro che raro e che non ha nessuna importanza.

Del comportamento del clorato di potassio durante il processo putrefattivo

MEMORIA

DEL

Prof. DIOSCORIDE VITALI

(Letta nell'Adunanza del 14 Gennaio 1906).

In una mia nota anteriore (1) ho indicato un metodo di ricerca nei casi di veneficio del clorato di potassio, di questa sostanza tossica che secondo la maggioranza dei farmacologici è un potente veleno ematico, la cui azione si eserciterebbe trasformando l' ossiemoglobina in metemoglobina. Il metodo di ricerca da me allora proposto per constatarlo nei visceri cadaverici delle persone avvelenate era prima stato applicato a della carne, alla quale avevo aggiunto piccola quantità di clorato di potassio. Operando in queste condizioni riuscii ad isolare il sale in uno stato di purezza sufficiente per poterlo riconoscere, oltrechè alla forma dei suoi cristalli, a molte sue reazioni. Siccome il clorato di potassio è un composto ricco di ossigeno che cede con facilità, ed essendo quindi facilmente riducibile a cloruro, così mi sono chiesto se a questa riduzione potesse andar soggetto durante il processo putrefattivo per modo da non poter poi più essere riconosciuto nei visceri dei cadaveri delle persone avvelenate, quando questi fossero al medesimo andati soggetti. La risoluzione di questa questione era della più alta importanza per la tossicologia chimica di quel composto. Per risolverla presi gr. 200 di carne ben tagliuzzata, alla quale aggiunsi gr. 1 di clorato e cm^3 500 di acqua; il miscuglio entro pallone abbandonai a se dal 15 maggio 1904 all' 11 novembre dello stesso anno, in luogo in cui la temperatura da 21° salì nella piena state al di là di 30°. Il pallone era chiuso con tappo, ma non ermeticamente. L' 11 novembre la carne si era completamente disaggregata e putrefatta e la reazione del liquido era fortemente alcalina.

Ecco il metodo da me praticato per ricercare il clorato di potassio nel liquido separato per filtrazione dal miscuglio putrefatto. Lo divisi in due parti, una delle quali doveva

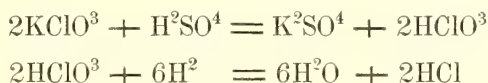
(1) Boll. Farm. 1888, pag. 287.

servire per la ricerca qualitativa, e l' altra per la determinazione quantitativa quando la prima avesse dato risultato positivo.

Acidificai la prima parte con acido acetico, scaldai all' ebollizione, filtrai, al filtrato aggiunsi acetato di piombo basico e dopo nuova filtrazione precipitai non con acido solfidrico, bensì con eccesso di solfato di soda. La ragione, per cui diedi la preferenza a questo sale anzichè al gas solfidrico si fu perchè mi sono convinto coll' esperienza che se questo reattivo non riduce, o riduce in misura quasi inapprezzabile il clorato di potassio, cperando a freddo, le quantità di esso ridotte sono abbastanza sensibili quando l' azione dell' acido solfidrico debba essere molto prolungata, e per di più, quando intervenga anche quella del calore, al quale fa duopo ricorrere quando il liquido che fu sottoposto alla azione di quel reattivo, deve in seguito essere concentrato. Ricorsi poi al solfato di soda, anzichè all' acido solforico libero, perchè, dovendo concentrare il liquido, quest' acido aggiunto in eccesso avrebbe decomposto il clorato, il cui acido libero ossidando le sostanze organiche avrebbe finito per trasformarsi in acido cloridrico. E qui mi accadde di osservare un fatto che io non credo privo di interesse per la chimica analitica e per la chimica tossicologica in specie. Ma prima di esporre questo fatto fa d' uopo riferisca com' esso ebbe origine.

Il metodo, al quale ricorsi per ricercare nel liquido putrefatto, privato delle sostanze proteiche e coloranti mediante l' acetato basico di piombo, e poi dei cloruri mediante il nitrato d' argento fu quello di ridurlo ad acido cloridrico per mezzo dell' idrogeno nascente svolto per azione dell' acido solforico sullo zinco, poichè pensai che se questa riduzione avviene mediante l' acido solfidrico, a maggior ragione dovesse avvenire coll' idrogeno nascente, la cui azione riduttrice è più energica. Nè male mi apposi. Infatti sciolto il clorato di potassio in acqua e aggiuntovi dello zinco e dell' acido solforico diluito, subito dopo qualche istante alcune gocce del liquido intorbidarono fortemente col nitrato d' argento. Ho poi dimostrato che la riduzione è completa lasciando continuare a lungo l' azione dell' idrogeno nascente e precipitando totalmente l' acido cloridrico formatosi con nitrato d' argento. Nel liquido separato dal cloruro d' argento non trovai traccia di clorato. Ed ecco come andai in cerca di questo composto. Dal detto liquido eliminai l' eccesso di argento con carbonato sodico, il quale nello stesso tempo saturando l' acidità del liquido precipitò anche lo zinco. Evaporai il filtrato a secchezza e nel residuo ricercai il clorato: 1° calcinandone una parte, riprendendo il residuo con poca acqua, e cimentando il filtrato con nitrato d' argento, il quale avrebbe dovuto produrvi precipitato, se in detto residuo si fosse trovato del clorato di potassa anche in piccola proporzione; ma non ottenni neppure il più lieve intorbidamento. 2° trattai un po' del residuo con acido solforico concentrato entro un tubo da saggio senza che si osservasse la benchè minima colorazione gialla, dovuta a perossido di cloro, che si svolge dal clorato, quando è trattato col detto acido: scaldando il tubo e presentando all' apertura di questo una cartolina bagnata con soluzione di ioduro di potassio contenente salda d' amido non si manifestò in questa colorazione azzurra la quale si sarebbe manifestata, se nel residuo trattato con acido solforico si fosse contenuto clorato di potassio, la quale colorazione sarebbe dovuta all' azione ossi-

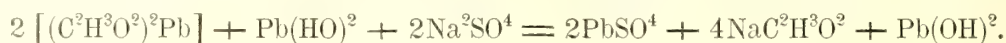
dante sull' ioduro di potassio del perossido di cloro e del cloro che nell' anzidetta reazione dell' acido solforico concentrato sul clorato si producono e che svolgendosi per azione del calore e venendo a contatto dell' ioduro ne rendono libero l' iodo, che poi colora in azzurro la salda d' amido. 3° Trattai un po' di detto residuo con acido solforico vi aggiunsi una goccia di soluzione diluita di tintura d' indaco e poi della soluzione di anidride solforosa, la quale non fece scomparire la colorazione azzurra di detta tintura come avrebbe fatto se il residuo avesse contenuto del clorato di potassio. Dunque l' idrogeno nascente in soluzione acida riduce completamente il clorato di potassio ad acido cloridrico, e questa riduzione completa avviene prontamente, perchè trattando il clorato di potassio con zinco e con acido solforico questo rende libero l' acido clorico, il quale è poi ridotto con maggior facilità che non lo sono i suoi sali dall' idrogeno nascente:

$$2KClO^3 + H^2SO^4 = K^2SO^4 + 2HClO^3$$
$$2HClO^3 + 6H^2 = 6H^2O + 2HCl$$

Applicai questo metodo di ricerca al liquido proveniente dal materiale putrefatto trattato con eccesso di acetato basico di piombo e poi con solfato di soda per eliminare quest' eccesso. A questo liquido così trattato aggiunsi nitrato d' argento sino a totale precipitazione per eliminare i cloruri, e poi al filtrato aggiunsi zinco e acido solforico perchè se fosse stato presente del clorato questo si sarebbe ridotto ad acido cloridrico, il quale col nitrato d' argento avrebbe dato origine a cloruro d' argento, il cui cloro necessariamente si sarebbe dovuto attribuire al clorato, perchè, com' è noto, questo non precipita col nitrato d' argento e d' altra parte dal liquido sottoposto a questo trattamento i cloruri erano stati completamente eliminati (1). Praticando questo metodo aggiunsi dunque al liquido che era stato privato dei cloruri col nitrato d' argento dello zinco e dell' acido solforico. Questo acido con mia sorpresa produsse in esso un abbondante precipitato che trovai essere costituito da solfato di piombo, perchè solubile nel tartrato d' ammonio alcalino, e perchè la soluzione dava precipitato nero coll' acido solfidrico, precipitati gialli col cromato e coll' ioduro di potassio. Il fatto della precipitazione di solfato di piombo per aggiunta di acido solforico nel liquido, dal quale credevo d' aver precipitato tutto il piombo, avendo aggiunto forte eccesso di solfato di sodio, come dissi, mi sorprese. Feci diverse supposizioni per darmi spiegazione di esso, ma nessuna di esse avendo trovato conferma nell' esperienza, pensai finalmente che dopo il trattamento del liquido contenente eccesso di piombo con solfato di sodio potesse rimanere ancora in soluzione di questo metallo per la ragione seguente: È noto che l' acetato basico di piombo è una soluzione principalmente costituita da

---

(1) Il clorato di potassio in soluzione alcalina non è ridotto dall' idrogeno nascente. Ho lasciato in presenza d' amalgama di sodio una soluzione di clorato di potassio dalle ore 16 fino alle ore 12 del giorno susseguente. Ho filtrato il liquido; l' ho acidificato con acido nitrico ed ho aggiunto nitrato d' argento senza che questo reattivo intorbidasse il liquido.

acetato semibasico di piombo che è rappresentato dalla formola: $2[(C^2H^3O^2)^2Pb] + Pb(OH)^2$. Ora, quando questa soluzione viene trattata con solfato di sodio, pensai che la doppia decomposizione fra l'acetato basico di piombo e il solfato di sodio non potesse avvenire che fra le due molecole dell'acetato neutro di piombo che entrano nella composizione dell'acetato basico e fra due molecole di solfato di soda e non fra questo sale e l'idrossido di piombo, il quale rimarrebbe libero nella soluzione, essendo com'è noto alquanto solubile nell'acqua. La reazione adunque fra l'eccesso di acetato basico di piombo impiegato e il solfato di sodio adoperato per precipitarlo si potrebbe rappresentare nel modo seguente:

$$2\left[(C^2H^3O^2)^2Pb\right] + Pb(HO)^2 + 2Na^2SO^4 = 2PbSO^4 + 4NaC^2H^3O^2 + Pb(OH)^2.$$

Sarebbe appunto quest'idrossido, il quale rimanendo in soluzione nel liquido filtrato darebbe poi origine a nuovo solfato di piombo, quando si aggiunge acido solforico. Il solfato di sodio non può precipitare l'idrossido di piombo, per la ragione che affinchè ciò avvenisse converrebbe che questo, che è una base debolissima e pochissimo dissociata, decomponesse il solfato di sodio, rendendo libera la soda, base delle più energiche. L'acido solforico invece, acido energico reagendo con detto idrossido, base debole, lo decompone trasformandolo in solfato. E che questa interpretazione fosse la giusta venne da me confermato colla seguente esperienza. A dell'acetato basico di piombo aggiunsi del solfato di soda fino a che si formava precipitato, scaldando leggermente il miscuglio e poi filtrando: nel filtrato l'acido solforico, il cromato di potassio e l'acido solfidrico produssero precipitato. Che poi questi precipitati fossero dovuti all'idrossido di piombo non precipitato dal solfato di soda, è dimostrato dal fatto che il liquido separato dal precipitato che il solfato di sodio aggiunto in eccesso vi aveva prodotto, presentava reazione alcalina debole, come presenta l'idrossido di piombo; mentre invece trattando una soluzione di un sale di piombo neutro, come il nitrato, con eccesso di solfato di sodio e filtrando, il filtrato non solo non precipita più coi reattivi di piombo, ma inoltre presenta reazione neutra.

Eliminato adunque dal liquido il piombo che il solfato di sodio, per la ragione ora esposta, non aveva potuto precipitare, mediante l'acido solforico aggiunto in eccesso, lo feci a lungo reagire con zinco e poi lo cimentai con nitrato d'argento, il quale non vi produsse nè precipitato nè intorbidamento.

Dalle esperienze su riferite risulta adunque che il clorato di potassio nel processo putrefattivo è ridotto e che, se questo processo è abbastanza protratto, scompare totalmente, sicchè non è più possibile dimostrarne la presenza. Quali siano le sostanze secrete dai numerosi bacteri e vibrioni agenti della putrefazione, alle quali attribuire questo potere riduttore, è difficile poter stabilire con certezza. È certo che nel processo putrefattivo si formano sostanze riduttrici quali l'idrogeno, l'acido solfidrico, il solfuro ammonico, le ptomaine, l'acido formico, ecc. ecc.; sarebbe però difficile il poter precisare quali sono quelle a cui possa essere dovuta la riduzione del clorato di potassio (1). Ciò di cui non è possi-

(1) Duclaux, Chlimie biologique-Encyclop. Chim. Fremy, t. IX, 1° Section pag. 744-763.

bile dubitare si è che il processo putrefattivo è anche un processo riduttore. E che si formino sostanze riduttrici è dimostrato anche dal comportamento delle sostanze putrefatte col così detto reattivo di Helmholtz. Questo reattivo è una soluzione di glutine colorata in azzurro colla tintura di tornasole che si decolora in un liquido nel quale comincia manifestarsi il processo putrefattivo. Il carmino d' indaco si comporta in egual modo sebbene meno sensibilmente. Così pure basta lasciare a se stesso un miscuglio animale contenente anche del sangue, e avente quindi colorazione rossa per la presenza dell' ossiemoglobina, per vederlo assumere colorazione bruniccia pel passaggio dell' ossiemoglobina ad ossiemoglobina ridotta.

Della seconda parte del liquido ottenuto dal materiale di ricerca, poichè pel risultato negativo per rispetto alla presenza del clorato di potassio, ottenuto dalla prima parte era, non che inutile, impossibile la determinazione quantitativa, mi valsi per ottenere conferma di detto risultato, variando alquanto il metodo. Anche questa parte acidificai con acido acetico, scaldai all' ebollizione, filtrai, precipitai con eccesso di acetato basico di piombo ed eliminai quest' eccesso con solfato di sodio. Al nuovo filtrato aggiunsi nitrato d' argento fino a totale precipitazione dei cloruri, filtrai ancora e dal filtrato eliminai l' eccesso di nitrato d' argento e il poco piombo non precipitato dal solfato di sodio coll' acido solfidrico: Impiegai questo reattivo senza tema che il suo uso potesse in questo caso recare nocumento, poichè non essendo più presenti cloruri, quandanche avesse ridotto piccola quantità di clorato potassico a cloruro, la presenza di questo non si poteva ritenere che proveniente da quel sale: scaldai a lievissimo calore il liquido, separato dal solfuro d' argento, sino a totale eliminazione del gas solfidrico e poi aggiunsi alcune gocce di soluzione di soda caustica, priva affatto di cloruri, per neutralizzare il pochissimo acido nitrico che il gas solfidrico aveva messo in libertà dal piccolissimo eccesso di nitrato d' argento impiegato per precipitare i cloruri che si trovavano nel liquido proveniente dal materiale di ricerca, trattato precedentemente nel modo su esposto, poi evaporai a secco, scaldai il residuo prima fino a carbonizzazione e poscia fino ad incenerimento: quindi dopo raffreddamento ripresi questo residuo con poca acqua, filtrai e al filtrato aggiunsi acido nitrico e nitrato d' argento, senza che si sia manifestato intorbidamento; il che venne quindi a confermare il risultato, che avevo ottenuto praticando l' altro metodo; che cioè il clorato di potassio nel processo putrefattivo è totalmente ridotto a cloruro, ragione per cui, trascorso un certo tempo, non è più possibile dimostrarne la presenza, nei materiali di ricerca che a quel processo sono andati soggetti. Il risultato negativo da me ottenuto riguardava una sostanza animale che era stata abbandonata alla putrefazione per quasi 6 mesi durante la stagione estiva ed autunnale. Non è però escluso che se la durata della fermentazione putrida fosse più breve, e specialmente sul principio di essa, una parte del clorato non possa mantenersi inalterata.

Da uno studio che ho fatto fare dal mio pro-assistente Dott. Crespolani (1) per

---

(1) Boll. Chim. Farm. 1905, pag. 607.

vedere, se nel processo putrefattivo anche i nitrati e quindi anche il nitrato di potassio, sostanza tossica, che può dar luogo a venefici, subiscono riduzione sì da non poterli più ritrovare, è realmente risultato che tale riduzione avviene completa. Siccome fra i prodotti di riduzione dei nitrati ànnovi i nitriti, in questa trasformazione si ha una prova del quando la riduzione comincia, del quanto dura e del quando finisce. Basta distillare ad intervalli un po' del materiale sottoposto alla fermentazione putrida con acido solforico diluito e ricercare nel distillato l'acido nitroso colla salda d'amido iodurata per poter dedurre dalla prima comparsa della colorazione azzurra, quando la riduzione è incominciata, per dedurre quanto tempo dura dalla continuazione di detta colorazione nei liquidi di tanto in tanto distillati nel modo suacennato, e in fine quando la riduzione è completa dal cessare di detta colorazione azzurra. Si è per tal modo che il Dott. Crespolani ha potuto stabilire che il nitrato di potassio si riduce completamente nel processo putrefattivo, quando la riduzione incomincia, quanto tempo, per una determinata quantità di nitrato, dura e quando è terminata.

Parrebbe che ciò che si dice del nitrato di potassio fosse applicabile anche al clorato di potassio, il quale prima di ridursi a cloruro deve certamente passare a prodotti di riduzione parziale, clorito e ipoclorito, composti di riduzione che quando vengano scaldati con un acido diluito dànno del cloro riconoscibile anch'esso alla sua azione sulla salda amido-iodurata. Ma se ciò accade quando si trattano gli ipocloriti e cloriti con un acido in una soluzione acquosa semplice, altrettanto non accade quando essi vengano distillati con un acido in presenza di sostanze proteiche, poichè il cloro che si svolge allo stato nascente reagisce sulle sostanze proteiche in due modi; ossidandole indirettamente col decomporre l'acqua il cui idrogeno si unisce al cloro mentre l'ossigeno ossida dette sostanze, oppure sostituendone l'idrogeno e formando coll'idrogeno sostituito acido cloridrico. Infatti aggiungendo a della carne quantità non piccolissima di ipoclorito di calcio, acidificando il miscuglio e distillando non si manifesta nello stillato colorazione di sorta per aggiunta di salda d'amido iodurata: mentre colla stessa quantità di ipoclorito di calcio, ma senza la presenza di carne, si ebbe intensa la colorazione azzurra.

SULL' ELLISSE DEGLI SPOSTAMENTI ELASTICI TERMINALI

MEMORIA

DEL

PROF. SILVIO CANEVAZZI

(letta nell'adunanza delli 10 Dicembre 1905)

Per opera di Culmann e di Ritter è stata introdotta nello studio della scienza delle costruzioni la considerazione di una speciale corrispondenza reciproca, in base alla quale riesce possibile, e qualche volta anche abbastanza semplice, la risoluzione di problemi iperstatici di meccanica applicata. Questi procedimenti di calcolo sono stati maestrevolmente riassunti dal Prof. C. Guidi nell' appendice al suo corso di scienza delle costruzioni, e già da tempo sono stati introdotti nell' insegnamento impartito in Italia nelle Scuole d' applicazione per gli ingegneri. Sebbene non si esponga alcuna proprietà nuova, tuttavia sembra che possa non essere al tutto privo d' interesse, almeno dal punto di vista didattico, prendere in esame questo argomento per dimostrare come il procedimento di calcolo sopra indicato possa essere derivato dal teorema, che in altra pubblicazione abbiamo chiamato di *correlazione* (*).

Se si indica con

C un corpo elastico qualsiasi;

$A(A_1, A_2, A_3, \dots A_n)$ una serie o gruppo di punti determinati dal corpo C;

$P(P_1, P_2 \dots P_n)$, $P'(P'_1, P'_2 \dots P'_n)$, $P''(P''_1, P''_2, P''_3 \dots P''_n)$ ordinatamente tre sistemi di forze applicate agli stessi punti A del corpo C e nelle medesime direzioni;

$\lambda(\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n)$, $\lambda'(\lambda'_1, \lambda'_2 \dots \lambda'_n)$, $\lambda''(\lambda''_1, \lambda''_2 \dots \lambda''_n)$ gli spostamenti rispettivamente subiti dai punti A d' applicazione delle forze P, P' e P'' allo stato d' equilibrio, contati nelle direzioni delle forze stesse;

p, p', p'' una qualunque delle forze elastiche in un punto qualsiasi del corpo C, che si sviluppano allo stato di equilibrio, ordinatamente in corrispondenza alle forze P, P' e P'';

η, η', η'' una qualunque delle deformazioni elastiche in un punto qualsiasi del corpo

(*) Canevazzi S. — Meccanica applicata alle costruzioni. Torino. A. F. Negro. Editore, 1890.

C, che si producono allo stato di equilibrio ordinatamente in corrispondenza all' azione delle forze P, P' e P'';

$\Sigma(p\eta)$ la somma dei prodotti delle forze p per le corrispondenti deformazioni, cioè il momento virtuale delle forze elastiche, valutato considerando le deformazioni elastiche reali, e quindi uguale al doppio del lavoro elastico di deformazione.

I sistemi di spostamento (λ, η), (λ', η'), (λ'', η'') sono necessariamente compatibili coi vincoli imposti al corpo C, perchè corrispondano a stati reali di equilibrio, quindi pel principio delle velocità virtuali dovranno essere soddisfatte le relazioni

$$\Sigma P\lambda = \Sigma(p\eta), \qquad \Sigma P'\lambda'' = \Sigma(p'\eta''), \qquad \Sigma P''\lambda' = \Sigma(p''\eta') \tag{1}$$

Il teorema di Betti sulla reciprocità esistente fra le forze e le deformazioni elastische corrispondenti a due stati diversi di equilibrio di uno stesso corpo sotto l' azione di due sistemi di forze P' e P'', applicate agli stessi punti e nelle medesime direzioni, fornisce l' equazione

$$\Sigma(p'\eta'') = \Sigma(p''\eta') \tag{2}$$

Combinando le (1) colle (2) si ottiene la serie di eguaglianze

$$\Sigma P'\lambda'' = \Sigma(p'\eta'') = \Sigma(p''\eta') = \Sigma P''\lambda' \tag{3}$$

che nel corso di meccanica applicata alle costruzioni abbiamo chiamato equazioni o teorema di *correlazione* e dimostrato fecondo di conseguenze nello studio dell' equilibrio dei corpi elastici. Infatti, supponendo valori speciali alle forze componenti il sistema P' o P'', dalle equazioni di correlazione si deducono con estrema facilità:

a) Il teorema dei coefficienti unitarî di deformazione, e nel caso dei sistemi piani la corrispondente costruzione delle linee di influenza.

b) Il teorema di Maxwell sulla reciprocità degli spostamenti in due punti A_r ed A_s di un corpo elastico quando siano sollecitati successivamente da forze unitarie agenti nella direzione degli spostamenti stessi.

c) I teoremi relativi alle derivate del lavoro elastico di deformazione espresso in funzione degli spostamenti dei punti di un corpo in equilibrio oppure delle forze esterne applicate ai medesimi, conosciuti col nome di teoremi di Castigliano.

d) Il principio o teorema del minimo lavoro pei corpi elastici in equilibrio sotto l' azione di forze esterne attive e di reazioni dovute a vincoli fissi, indipendenti dal tempo e tali che non producono lavoro esterno, detto anche teorema di Menabrea, perchè questi l' ha enunciato pel primo.

Se si immagina di prendere in esame un sistema elastico C piano e si considerano oltre le forze P anche momenti (coppie) agenti su elementi materiali passanti pei punti A, dallo stesso teorema di correlazione si deduce una legge di reciprocità fra le forze esterne, spostate corrispondentemente alle coppie che agiscono nei loro punti d' applicazione, e solidali all' elemento materiale passante pel punto stesso mediante un braccio rigido, ed i poli di istantanea rotazione, che è appunto quella menzionata superiormente.

Supponiamo di prendere in esame un sistema elastico piano sollecitato da forze agenti tutte nel piano stesso. Se queste invece di essere applicate direttamente ai punti A agiscono sui medesimi per mezzo di un braccio o sistema rigido, invariabilmente connesso in A con un elemento lineare passante per lo stesso punto A, in base al principio della riduzione delle forze ad un punto in un sistema rigido, ciò equivale a considerare in A una forza ed una coppia agente su un elemento lineare passante per A. Ogni deformazione elastica del corpo o sistema elastico C pel braccio rigido B si riduce ad una rotazione θ intorno al suo centro di istantanea rotazione o polo O. Se si indica con r la perpendicolare condotta da O sulla direzione della forza P agente sul braccio B il momento virtuale sarà dato da $Pr\theta$ e per tutto il sistema da $\Sigma Pr\theta$, mentre il momento virtuale delle forze elastiche rimane ancora $\Sigma(p\eta)$ come nel caso, in cui le forze P erano applicate direttamente ai punti A.

Ai bracci rigidi B, invariabilmente connessi in A con un elemento lineare passante per lo stesso punto A, supponiamo che siano applicate prima delle forze P' e dopo delle forze P'' comunque dirette, ed indichiamo con

O' ed O'' i centri di istantanea rotazione per ogni braccio rigido B corrispondenti alle deformazioni elastiche η' ed η'' prodotte rispettivamente dalle forze P' e P'';

θ' e θ'' le rotazioni corrispondenti per ogni braccio rispettivamente ai poli O' ed O'';

r' ed r'' le perpendicolari abbassate da O' sulla direzione di P' e da O'' sulla direzione di P'';

s' ed s'' le perpendicolari condotte da O'' sulla direzione di P' e da O' sulla direzione di P''.

Pel principio delle velocità virtuali

$$\Sigma P's'\theta'' = \Sigma(p'\eta'')$$

$$\Sigma P''s''\theta' = \Sigma(p''\eta')$$

e quindi pel teorema di Betti relativo alla reciprocità fra le deformazioni e le forze elastiche corrispondenti a due diversi stati di equilibrio sarà

$$\Sigma P's'\theta'' = \Sigma(p'\eta'') = \Sigma(p''\eta') = \Sigma P''s''\theta' \tag{4}$$

equazione in tutto analoga alla (3) e che può essere riguardata come una seconda forma del teorema di correlazione.

Se i sistemi P' e P'' si riducono ciascuno ad un' unica forza P' e P'', applicate entrambe al braccio B rigidamente connesso in A al corpo elastico C, la (4) diventa

$$P's'\theta'' = P''s''\theta' \tag{5}$$

È importante osservare che se una forza esterna qualsiasi P agisce direttamente od indirettamente per mezzo di un braccio rigido invariabilmente connesso in A sul corpo o sistema elastico C ed agisce sola, senza che esista vincolo alcuno, il corpo

non si deforma ma si sposta nel piano come un corpo rigido. Perchè avvenga il fenomeno della deformazione elastica è necessario o che esistano altre forze attive agenti sul corpo, oppure che questo sia soggetto a vincoli, i quali si oppongano al suo movimento. In causa delle reazioni dei vincoli si sviluppano reazioni elastiche e le corrispondenti deformazioni, sotto l' azione delle quali il corpo si costituisce in equilibrio. È naturale ed evidente che il fenomeno della deformazione si estrinseca soltanto nel campo, che, sezionato, dà origine per parte delle forze attive e delle reazioni dei vincoli esterni o di compagine ad una risultante o ad una coppia risultante esterna alla sezione e diversa da zero. Ciò equivale a dire che la deformazione elastica si verifica nella zona determinata dai vincoli e connessioni di compagine e dai punti di applicazione delle forze. Più particolarmente per le travature, che costituiscono i solidi che usualmente si considerano nella scienza delle costruzioni, la zona di deformazione si estende ai tronchi compresi fra sezioni vincolate e sezioni soggette a forze esterne. Se il corpo C, e più particolarmente se la travatura C presenta una sua parte o tronco esterno al campo considerato, e quindi libero da qualsiasi vincolo e non soggetto a forze esterne, questo non si deformerà, ma tutt' al più si trasporterà nel piano come un corpo rigido dipendentemente dalle deformazioni che avvengono nell' altra parte del solido, e quindi come se nella sua sezione d' attacco fosse avvenuta una traslazione ed una rotazione.

Se si vuol valutare l' effetto d' insieme della deformazione è opportuno scegliere per A nel corpo C un punto terminale. Se si considera una trave, od un tronco di trave, converrà supporre una delle sezioni estreme vincolata ad incastro, impedita cioè di spostarsi e di ruotare e l' altra invariabilmente connessa nel suo baricentro con un braccio rigido B. sul quale agisca una forza qualsiasi P. In questo studio, quando non si avverta espressamente il contrario, si riterrà sempre che il punto A sia terminale e così pure lo siano i vincoli imposti al sistema rispetto alla zona di deformazione, che si considera, *con speciale riferimento al caso della travatura ad asso piano, giacente nel piano in cui agiscono le forze esterne poc' anzi menzionate.*

Premesse queste considerazioni e ritenuto i vincoli ed il punto A terminali, supponiamo che una delle forze P per es. P' passi pel centro O'' di istantanea rotazione, allora $s' = o$ e necessariamente per la (5)

$$P''s''\theta' = P's'\theta'' = O \tag{6}$$

cioè la forza P'' passerà per O' e la retta $O'O''$ in certo qual modo può essere considerata come reciproca al punto N d' intersecazione delle direzioni delle due forze P' e P''. Infatti se consideriamo una terza forza qualsiasi P''' passante per N il suo polo O''', centro di istantanea rotazione, deve necessariamente cadere sulla $O'O''$. Qualunque sia il valore e la direzione della forza P''', questa può sempre essere considerata come la risultante di due forze agenti secondo le direzioni di P' e di P'', e quindi tali da produrre nel piano delle rotazioni intorno ad assi normali al medesimo e passanti per O' ed O''. In base alla legge della composizione delle rotazioni nel

piano la rotazione risultante prodotta da P''' avverrà intorno ad un' asse normale al piano passante pel punto O''' posto sulla retta $O'O''$. Il punto N può quindi essere considerato come il centro di un fascio piano di raggi, ciascuno dei quali ha per corrispondenti un punto della punteggiata $O'O''$, che a sua volta corrisponde al punto N. Infatti se si immagina una forza P agente secondo $O'O''$, il suo polo dovrà trovarsi tanto sulla P' che sulla P'' perchè passa pei poli O' ed O'' corrispondenti a queste due forze, e per conseguenza sarà il punto N di intersezione delle medesime. Il triangolo $NO'O''$ è dunque un triangolo coniugato e le coppie di elementi coniugati, centri di istantanea rotazione (poli) e rette d' azione delle forze (polari), si corrispondono in doppio modo, costituendo nel loro complesso un sistema reciproco piano in posizione involutoria.

Questa involuzione di sua natura non può avere elementi doppi, poichè una forza qualsiasi P non può far ruotare il braccio B intorno ad un punto che cada sulla propria direzione, quindi non esisterà una conica fondamentale o, più esattamente, la conica fondamentale sarà immaginaria. Peraltro se per ogni punto O si considera il punto Ω simmetrico ad O rispetto al punto centrale G della involuzione, allora nasce un sistema di punti Ω che colle rette precedentemente considerate (rette d' azione delle forze P) costituisce un sistema polare reciproco a conica fondamentale reale, rispetto alla quale le rette p d' azione delle forze P ed i centri O d' istantanea rotazione hanno fra loro la stessa relazione che passa fra antipolo e polare, oppure fra polo ed antipolare. Le rette p ed i punti O formano quindi un sistema antipolare reciproco, analogo in tutto a quello che si incontra quando per una data figura piana si considerano il complesso dei centri di percossa e degli assi di rotazione corrispondenti. La conica fondamentale è necessariamente un' ellisse perchè l' involuzione intorno al punto centrale G, corrispondente alla retta all' infinito, ammette elementi doppi in tutte le direzioni. Quest' ellisse prende il nome di *ellisse degli spostamenti del punto A* perchè per mezzo della medesima sono facilmente calcolabili e costruibili geometricamente gli spostamenti subìti dal medesimo.

Consideriamo una forza P applicata al braccio B nel punto N con direzione Nz qualsiasi e, costruita l' ellisse degli spostamenti, supponiamo ridotta la forza P al punto centrale dell' involuzione G, centro dell' ellisse medesima, dando così origine ad un momento Pu e ad una forza P applicata in G con direzione parallela ad Nz. Quest' ultima forza passa pel punto centrale dell' involuzione, corrispondente alla retta all' infinito, quindi non può che produrre una rotazione intorno ad un polo posto a distanza infinita, cioè una traslazione o trasporto nella propria direzione. La coppia $M = Pu$ non può che produrre una rotazione intorno al punto centrale G perchè essa è notoriamente equivalente ad una forza infinitamente piccola agente secondo la retta all' infinito. Tale rotazione sarà espressa da $\omega = W \cdot Pu$ nella quale W è un coefficiente numerico, dipendente dalla natura e forma del corpo, esprimibile quindi con un segmento lineare e che viene indicato col nome di *peso o vettore elastico*. La ragione di questo nome sta nel fatto che nei calcoli successivi per la determinazione degli spostamenti

i coefficienti W, od i segmenti che li rappresentano, hanno la stessa funzione che nella ricerca dei baricentri e dei momenti di secondo ordine hanno i numeri od i segmenti rappresentativi delle aree delle figure, od anche dei pesi, presi in esame.

Da queste considerazioni, tenendo conto delle proprietà dei sistemi polari ed antipolari, e delle leggi ben note per la composizione dei segmenti o delle forze parallele e dei loro momenti, si deducono intuitivamente le conseguenze seguenti:

a) Al punto terminale A qualsiasi di un corpo elastico, od anche di una porzione determinata di un corpo elastico piano qualsiasi C, più particolarmente di una travatura, corrisponde sempre un' ellisse di spostamento ed un peso o vettore elastico W.

b) Se una forza qualsiasi P agisce sul corpo elastico C, o su una determinata porzione del medesimo, mediante un braccio B, invariabilmente connesso al corpo nel punto terminale A, il punto A, e per conseguenza anche il braccio B facente con esso sistema rigido invariabilmente connesso con un elemento lineare passante pel medesimo, ruota intorno all' antipolo della forza P rispetto all' ellisse degli spostamenti e l' angolo di rotazione ω è dato da

$$\omega = W \cdot Pu = P \cdot Wu$$

cioè è uguale alla forza P moltiplicata per il momento statico del peso elastico W, supposto applicato al centro G dell' ellisse degli spostamenti, preso rispetto alla direzione della forza P.

c) Se una forza qualsiasi P agisce sul corpo elastico C, o su una determinata porzione del medesimo, mediante un braccio B, invariabilmente connesso al corpo C nel punto terminale A, lo spostamento Δx del punto A, e quindi anche di un punto qualsiasi del braccio B, in una direzione qualsiasi x è uguale alla rotazione ω moltiplicata per la distanza y_x del centro O d' istantanea rotazione dalla retta x, secondo la quale viene valutato lo spostamento :

$$\Delta x = \omega y_x = P \cdot W u y_x$$

ossia è uguale alla forza P moltiplicata pel momento statico del peso elastico W, supposto applicato al punto centrale G, rispetto alla direzione della forza P moltiplicato ancora per la distanza dell' antipolo della forza dalla retta secondo la quale viene valutato lo spostamento, cioè lo spostamento Δx è dato dal prodotto della forza P pel momento centrifugo (di secondo grado) del peso elastico W rispetto alla retta d' azione della forza P ed alla retta secondo la quale è valutato lo spostamento stesso.

d) Se la linea d' azione della forza P coincide colla direzione x, secondo la quale viene misurato lo spostamento Δx, la distanza polare y_x coincide colla distanza polare v del centro di istantanea rotazione O dalla direzione della forza ed il momento centrifugo si cambia nel momento d' inerzia del peso elastico rispetto alla direzione della forza stessa.

Indicando con Γ la zona di deformazione del punto terminale A, supponiamola divisa in tanti campi o zone elementari $\Delta\Gamma$. Nei casi che interessano l' ingegnere il corpo C è una travatura, la zona di deformazione è il tronco di trave compreso fra la sezione terminale di baricentro A e la sezione iniziale vincolata rigidamente, cioè impedita di ruotare e di trasportarsi nel piano, ed i singoli elementi $\Delta\Gamma$ sono rappresentati dai piccoli tronchi di trave limitati da due sezioni trasversali distanti Δs, ritenendo che Δs sia sufficientemente piccolo rispetto alla lunghezza s dell' asse della trave.

Pel principio della sovrapposizione degli effetti lo spostamento totale subito dal punto A (o da un punto qualsiasi del braccio B rigidamente connesso in A colla sezione terminale passante pel medesimo) per l' azione di una forza P agente sul braccio rigido B sarà la somma degli spostamenti dovuti alle deformazioni delle successive zone elementari $\Delta\Gamma$, poichè il punto che si considera risulta in questa ipotesi sempre rigidamente connesso colla zona (tronco di trave Δs) che si deforma. Riferendosi quindi a due assi ortogonali Sx ed Sy pei teoremi enunciati superiormente pel punto A sarà

$$\omega = P\Sigma r\Delta W$$

$$\Delta x = P\Sigma y_x r\Delta W$$

$$\Delta y = P\Sigma x_y r\Delta W$$

nelle quali

ΔW è il peso elastico di una zona $\Delta\Gamma$ di deformazione, e più particolarmente di un tronco di trave della lunghezza Δs;

r è la distanza della forza P dal punto centrale G dell' ellisse di spostamento corrispondente alla zona $\Delta\Gamma$;

y_x ed x_y sono le distanze dell' antipolo della forza P rispetto all' ellisse di spostamento corrispondente alla zona $\Delta\Gamma$ dagli assi delle x e delle y.

Esaminando le tre equazioni superiori si osserva:

1° Che $\Sigma r\Delta W$ è il momento statico risultante dei pesi elastici ΔW applicati ai rispettivi baricentri (punti centrali G) rispetto alla direzione della forza P, per cui, detta $\bar{r}$ la coordinata o distanza dalla direzione di P del baricentro di tutti i segmenti ΔW, e W la risultante dei segmenti paralleli ΔW, risulta

$$\omega = P\Sigma r\Delta W = PW\bar{r}$$

cioè la rotazione totale è uguale alla forza P moltiplicata pel momento statico del peso elastico risultante rispetto alla direzione della forza stessa.

2° Che $\Sigma x_y r\Delta W$ è il momento centrifugo (prodotto d' inerzia) dei pesi elastici elementari ΔW rispetto alla direzione della forza P e dell' asse delle y. Indicando con $\bar{x}_y$ la coordinata rispetto all' asse y dell' antipolo O di tutto il sistema, con s_y la distanza dell' antipolo dell' asse y dalla direzione p della forza P, con r_p ed x_y le distanze dagli assi p ed y del baricentro G e finalmente con $\bar{x}_p$ la distanza dell' an-

tipolo O dall' asse p (direzione della forza P) per le proprietà relative ai momenti di secondo grado sarà

$$\Delta y = P \Sigma x_y r \Delta W = PW \overline{r}_p \overline{\overline{x}}_y = PW \overline{\overline{s}}_y \overline{x}_y$$

ed analogamente per l' asse della x

$$\Delta x = P \cdot \Sigma y_x r \Delta W = PW \overline{r}_p \overline{\overline{y}}_x = PW \overline{\overline{s}}_x \overline{y}_p$$

3° Che se la direzione della forza P coincide con quella dell' asse delle x (oppure delle y) allora $\overline{s}_x = \overline{y}_x$, $\overline{\overline{s}}_y = \overline{\overline{x}}_y$ ed i due momenti di secondo grado diventano i due momenti d' inerzia rispetto ai due assi delle x e delle y.

Detti

ρ_x e ρ_y i raggi di girazione rispetto agli assi delle x e delle y;

$\overline{\rho}_x$ e $\overline{\rho}_y$ i raggi di girazione del sistema intorno ad assi passanti pel baricentro G e paralleli agli assi delle x e delle y

$$\rho_x^2 = \overline{r}_x^2 + \overline{\rho}_x^2 \qquad \rho_y^2 = \overline{r}_y^2 + \overline{\rho}_y^2$$

$$\Delta_x = PW\rho_x^2 \qquad \Delta y = PW\rho_y^2$$

Tenendo presente queste proprietà, per un sistema elastico piano C, più particolarmente per una trave, alla quale nel punto terminale A, baricentro della sezione estrema libera, sia connesso invariabilmente un braccio rigido, sul quale agisca una forza P si deducono le seguenti proprietà.

1° Il peso elastico totale di un sistema elastico è uguale alla somma dei pesi elastici delle zone o tronchi elementari di deformazione.

2° Tracciate le zone o tronchi di deformazione in un disegno fatto in scala opportuna ed applicati ai baricentri parziali dei segmenti proporzionali ai pesi elastici elementari ΔW con direzione qualsiasi, ma paralleli fra loro, il punto centrale di tutto il sistema, che per estensione potrà ancora essere chiamato baricentro, e l' ellisse di spostamento si tracciano nel medesimo modo, col quale si determinano il baricentro di un' area e la sua ellisse centrale d' inerzia. La sola differenza sta nel supporre applicati ai baricentri delle figure elementari dei segmenti proporzionali ai loro pesi elastici invece che alle loro aree.

È importante osservare che, se le zone o tronchi elementari della trave saranno molto piccoli (corti), i pesi elastici potranno senz' altro e con sufficiente approssimazione essere supposti applicati ai baricentri elementari non solo, ma si potranno ritenere applicati agli stessi punti anche i segmenti proporzionali ai loro momenti statici. Se invece le zone elementari di deformazione, più precisamente i tronchi elementari della trave, non sono molto piccoli, allora per ogni elemento bisognerà tracciare l' ellisse di spostamento corrispondente, ritenere i pesi elastici applicati ai baricentri elementari ed i segmenti proporzionali ai loro momenti statici supporli applicati agli antipoli rispettivi dell' asse, rispetto al quale sono stati presi i momenti stessi.

3° La rotazione ω subita dalla sezione terminale passante per A, e quindi anche dal braccio rigido B ad essa connesso, è proporzionale alla forza P e precisamente uguale al prodotto di P per il momento statico del peso elastico risultante W rispetto alla direzione p della forza

$$\omega = P\Sigma r \Delta W = PW\bar{r}_p$$

4° Lo spostamento Δy secondo una direzione qualsiasi y (ordinariamente asse di coordinate) è proporzionale alla forza P e precisamente uguale al prodotto di P per il momento centrifugo del sistema rispetto alla direzione p della forza ed all' asse y

$$\Delta y = P\Sigma r_p x_y \Delta w = PW\bar{r}_p\bar{\bar{x}}_y = PW\bar{x}_y\bar{\bar{s}}_y$$

Se la forza P passasse pel baricentro G allora $\bar{r}_p = o$: la prima formula per questo caso particolare cade in diffetto e per conseguenza il calcolo di Δy dovrebbe essere fatto usando della seconda. $\Delta y = PW\bar{x}_y\bar{\bar{s}}_y$.

5° Lo spostamento Δx secondo una direzione qualsiasi x (ordinariamente asse di coordinate) quando la direzione della forza P coincide colla stessa retta x è proporzionale alla forza P e precisamente uguale al prodotto di P pel momento d' inerzia del sistema dei pesi elasti ΔW rispetto alla direzione dell' asse x

$$\Delta x = P\Sigma r_x y_x \Delta W = PW\bar{r}_x\bar{\bar{y}}_x = PW\rho_x^2 = PW(\bar{r}_x^2 + \bar{\rho}_x^2)\cdot$$

L' applicazione dei processi indicati permette di risolvere qualsiasi problema di deformazione elastica e di determinare gli spostamenti prodotti in un punto da una forza agente indirettamente sul corpo per mezzo di un braccio rigido invariabilmente connesso nel corpo stesso nel punto A, ossia, cosa equivalente, da una forza applicata al punto A e da una coppia o momento agente sopra un elemento lineare passante pel punto stesso, qualora siano noti i pesi elastici elementari e le ellissi di spostamento corrispondenti alle singole figure o zone elementari di deformazione.

Per ciò che riflette le applicazioni tecniche di questo processo all' arte dell' ingegnere non si debbono considerare che travature semplici, composte o reticolate, per le quali gli elementi di deformazione sono

a) per le travature semplici, tronchi di trave di lunghezza Δs, compresi fra due sezioni trasversali normali all' asse s e giacenti nel piano, (sezione del tronco fatta col piano passante per l' asse della trave) assimilabili a figure rettangolari, o con sufficiente approssimazione riducibili a rettangoli ;

b) per le travature combinate e composte in genere, le travi semplici che le compongono, delle quali il baricentro e l' ellisse di spostamento vengono determinati per ciascuna separatamente, considerandole come travi semplici ;

c) per le travature reticolari le singole barre che le compongono, le cui de-

formazioni per la natura stessa del sistema, non possono essere che variazioni assiali di lunghezza. Queste variazioni di lunghezza delle barre non possono produrre altrocchè rotazioni intorno ai poli delle barre stesse, cioè ai punti di concorso delle due barre, che insieme a quella considerata nei sistemi a barre sufficienti stabiliscono la solidarietà fra gli elementi, che compongono la trave, in modo che non siano possibili altrocchè spostamenti elastici.

A completare quindi questa nota sarà sufficiente determinare i pesi elastici corrispondenti alle rotazioni dovute alla deformazione di un tronco di trave o di una barra in una travatura reticolare e l' ellisse degli spostamenti corrispondente ad un tronco di trave, poichè per una barra di un sistema reticolato, questa si riduce ad un punto, il polo della barra stessa.

Sia *abcd* un tronco di travatura semplice a sezione lentamente variabile, compreso fra due sezioni trasversali *ab* e *cd* abbastanza vicine perchè la sua sezione trasversale possa essere ritenuta costante ed uguale al valore che ha nel suo punto di mezzo G. Indichiamo con

$\Delta s = D_k D_{k+1}$ la lunghezza di asse di trave compreso fra le due sezioni *ab* e *cd*;
M il momento flettente medio nel tronco $D_k D_{k+1}$ considerato;
l il valore della lunghezza $\Delta s = D_k D_{k+1}$;
E Il modulo di elasticità della materia componente il tronco $D_k D_{k+1}$ di trave;
I il momento d' inerzia della sezione trasversale media σ;
A l' area resistente della sezione media σ;
θ la rotazione unitaria media nel tronco $D_k D_{k+1}$;
$\Delta\omega$ la rotazione totale corrispondente al tronco $D_k D_{k+1}$;
G il modulo di elasticità trasversale;
χ il cofficiente di correzione da introdurre nella formula usuale di resistenza allo sforzo di taglio trasversale;
ρ_u e ρ_v i semiassi dell' ellisse degli spostamenti del tronco $D_k D_{k+1}$ diretti il primo normalmente all' elemento Δs ed il secondo tangenzialmente al medesimo;
G_k il baricentro del tronco $D_k D_{k+1}$ centro dell' ellisse degli spostamenti.

Dalla teoria della flessione delle travature si ha che

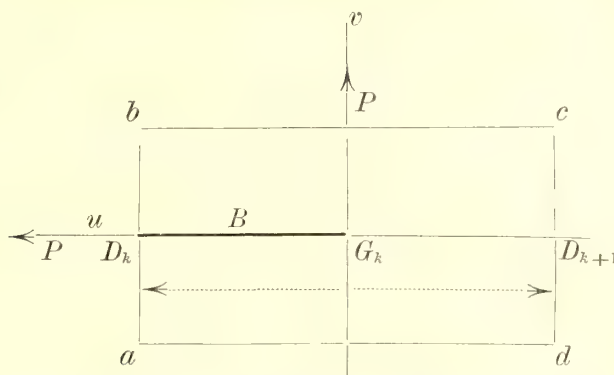
$$\Delta\omega = \theta \Delta s = \frac{Ml}{EI}$$

dai teoremi precedenti

$$\Delta\omega = Pr \Delta W = M \Delta W$$

e quindi uguagliando i due valori di $\Delta\omega$

$$\Delta W = \frac{l}{EI}.$$

Supponiamo ora applicata in D_k, baricentro della sezione ab, una forza P diretta

secondo l' asse $D_{k+1}D_k$ del tronco considerato. Dalla teoria delle travature risulta

$$\Delta(\Delta s) = \frac{Pl}{EA} = P\frac{l}{EI}\frac{I}{A} = P\Delta W\frac{I}{A}.$$

Dai teoremi dimostrati superiormente quando l' asse di spostamento coincide colla direzione della forza, si ricava che

$$\Delta(\Delta s) = P\Delta W \rho_u^2$$

uguagliando le due espressioni di $\Delta(\Delta s)$ si trova

$$\rho_u^2 = \frac{I}{A}$$

cioè il semiasse ρ_u dell' ellisse di spostamento, normale all' asse baricentrico $G_k u$ coincidente con $D_k D_{k+1}$, è uguale al raggio d' inerzia della sezione resistente.

Consideriamo finalmente una forza P passante pel baricentro G_k e diretta secondo $G_k v$ normale all' asse $D_k D_{k+1}$, ed agente sul punto D_k per mezzo di un braccio rigido B. La teoria della flessione da

$$\Delta v = \int_0^l \chi \frac{P}{GA} du + \int_0^l \frac{P\left(l - u - \frac{l}{2}\right)(l-u)du}{EI} = \frac{Pl^3}{12EI} + \chi\frac{Pl}{GA} = P\frac{l}{EI}\left\{\frac{l^2}{12} + \chi\frac{E}{G}\frac{I}{A}\right\}.$$

In base allo stesso teorema poc' anzi invocato deve essere

$$\Delta v = P\Delta W \rho_v^2$$

uguagliando le due espressioni di Δv e ricordando che $\Delta W = \frac{l}{EI}$ si ottiene

$$\rho_v^2 = \frac{l^2}{12} + \chi\frac{E}{G}\rho_u^2 .$$

Quindi in un tronco di trave abbastanza corto per poter essere ritenuto con sufficiente approssimazione come un tronco a sezione costante e ad asse rettilineo:

1° il baricentro G_k coincide col punto di mezzo dell' asse;

2° gli assi dell' ellisse di spostamento coincidono in direzione coll' asse del tronco e coll' asse di simmetria passante pel baricentro G_k e normale all' asse del tronco stesso;

3° il peso elastico del tronco è dato da $\Delta W = \frac{l}{EI}$;

4° i due raggi di girazione, assi dell' ellisse di spostamento, valutati rispettivamente intorno agli assi $G_k u$ e $G_k v$ sono dati da

$$\rho_u = \sqrt{\frac{I}{A}}, \qquad \rho_v = \sqrt{\frac{l^2}{12} + \chi \frac{E}{G} \frac{I}{A}}$$

Abbiamo visto che nelle travature reticolari non è il caso di occuparsi dell' ellisse di spostamento corrispondente all' elemento di deformazione, perchè essa si riduce al punto polo della barra. Basterà in questo caso determinare il peso elastico che viene immediatamente fornite dalla considerazione seguente. Ogni barra non può che subire una variazione dl lunghezza λ, dando origine ad una rotazione $\theta = \frac{\lambda}{r}$ intorno al suo polo.

Detta T la forza agente nella barra, A la sezione resistente, M il momento delle forze esterne rispetto al polo ed r la distanza del polo della barra

$$T = \frac{M}{r}$$

e quindi

$$\theta = \frac{\lambda}{r} = \frac{Tl}{EAr} = M \frac{l}{EAr^2}$$

d' altra parte deve essere

$$\theta = Pr \Delta W = M \Delta W$$

quindi il peso elastico corrispondente ad ogni barra è dato da

$$\Delta W = \frac{l}{EAr^2}.$$

Se nell' eseguire i calcoli grafici corrispondenti ad una data travatura il polo di una barra (punto di applicazione del peso elastico corrispondente) venisse a cadere fuori del foglio del disegno, il peso elastico stesso potrà essere decomposto in due colla stessa legge, colla quale si decompongono le rotazioni intorno ad assi paralleli, ed in generale converrà supporre i pesi elastici componenti applicati ai nodi estremi della barra considerata.

Avuti i pesi elastici elementari ed i punti d' applicazione corrispondenti la determinazione del baricentro e dell' ellisse di spostamento di tutto il sistema ed il calcolo degli spostamenti totali di un punto vengono fatti nel modo indicato superiormente.

SOPRA IL SIGNIFICATO

DELLE

Apofisi laterali delle vertebre cervicali nell' uomo

RICERCHE EMBRIOLOGICHE

DEL

Prof. GIULIO VALENTI

(Comunicate nella Sessione dell' 11 Marzo 1906).

CON TAVOLA

In un precedente lavoro intitolato « sopra il significato delle *apofisi laterali* delle vertebre lombari e delle masse laterali dell' osso *sacro* » (1), ho esposto i risultati di alcune ricerche, eseguite sopra embrioni umani, riguardo allo sviluppo delle vertebre dorsali, lombari, e sacrali, venendo alla conclusione che siano da considerarsi reciprocamente omologhe le seguenti parti;

— *le apofisi trasverse* delle vertebre dorsali,

— *i processi mamillari* ed *accessori* delle vertebre lombari,

— la *porzione dorsale* delle masse laterali dell' osso sacro;

ed inoltre:

— la *fossetta costale trasversaria* delle prime 10 vertebre dorsali,

— le *apofisi laterali o processi costiformi* delle vertebre lombari,

— la *porzione ventrale* (porzione costiforme, secondo Gegenbaur) delle masse laterali del sacro.

Riguardo alle vertebre cervicali, osservando che, a causa della presenza, in queste, del *foro trasversario*, riesce più difficile di stabilire il significato delle diverse parti delle relative apofisi laterali, mi limitava a riferire le varie opinioni già emesse in proposito ed a fare delle semplici considerazioni, senza precisare conclusioni. — È per ciò che a complemento della citata pubblicazione, avendo eseguito più estese ricerche, faccio ora la seguente comunicazione.

È noto che un nucleo cartilagineo distinto, sotto la denominazione di *nucleo costale*, può trovarsi in corrispondenza della porzione ventrale dei processi laterali (*apofisi laterali o trasverse*) della 7ª vertebra cervicale in via di sviluppo.

---

(1) Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. S. V, T. X. — Rendiconti del XIV Congresso med. internazionale di Madrid, (1903).

Tale nucleo fu riscontrato da Nesbitt, Sue, I. F. Meckel, Luschka, Béclard, Holl, e Leboucq; ed a me stesso è avvenuto di osservarlo in un embrione della lunghezza di 15 millimetri (1). Riguardo poi al significato delle apofisi laterali delle vertebre cervicali (e specialmente per la 7ª) viene da alcuni ammesso che un rudimento di costa sia in queste rappresentato, o dal *tubercolo* che ne sormonta la *radice ventrale* [vedi in Leboucq (2)] o dalla lamella tesa fra le due radici (*processus costarius* di Hasse e Schwache) di quelle apofisi stesse.

Considerando che un rudimento costale, in qualsivoglia parte delle apofisi laterali delle vertebre cervicali, non può essere riconosciuto in modo indiscutibile se la presenza del *nucleo costale* cartilagineo dal quale si svilupperebbe, non è *costante* nell' embrione, mi sono proposto di fare ricerche in proposito, per poter concludere se a quel nucleo stesso sia da attribuire la formazione di qualche parte normale della 7ª o di altre vertebre cervicali. o se piuttosto non debbasi esso considerare come una formazione anomala, in accordo semplicemente con la possibile presenza di *coste cervicali rudimentali.*

Avendo a disposizione n. 8 embrioni umani, a varia epoca di sviluppo, dai primi periodi di condrificazione sino all' inizio della ossificazione della colonna vertebrale, ho sezionato in senso trasversale l' intiera porzione cervicale e la parte più alta della regione dorsale di questa, disponendo in serie non interrotte le numerose sezioni dell' altezza di 10 µ. Gli embrioni erano fissati in *sublimato acetico,* ed i vari pezzi furono colorati *in toto* con l' *emateina di Apàty,* ed inclusi in paraffina.

In due embrioni della lunghezza (dal vertice al coccige) di 15 millimetri, ad un' epoca cioè di sviluppo corrispondente al principio della 6ª settimana (3), la condrificazione delle vertebre cervicali è limitata al corpo ed alla parte ventrale dell' arco neurale, essendo, anche perciò che riguarda il corpo, incompleta alla periferia; i processi laterali vi sono rappresentati da una massa di elementi connettivali molto addossati fra loro (fig. 1) senza che si scorgano framezzo traccie di tessuto cartilagineo. Quella massa è in diretta continuazione con la cartilagine del corpo per mezzo di uno strato di elementi in attiva proliferazione, dei quali alcuni si frammischiano agli elementi già differenziatisi in cellule cartilaginee, formando, insieme, un vero *strato condrogene.* Per tale rapporto, non può aversi alcun dubbio che nel limite fra la cartilagine del corpo ed il connettivo dei processi laterali avvenga un processo di condrificazione in senso centrifugo, dal corpo, cioè, della vertebra, verso i relativi processi laterali. La stessa massa connettivale si presenta nel suo insieme di forma quadrilatera, ed è interessata da un largo foro ellittico (*foro trasversario*) che permette di distinguervi le principali parti delle apofisi laterali delle vertebre cervicali già formate, e cioè; una *radice ventrale*, una *radice dorsale,* ed una lamella tesa fra le estremità esterne di queste (*processus costarius* di Hasse e Schwache). Dall' unione di que-

---

(1) Vedi nel mio lavoro precedentemente citato.

(2) H. Leboucq. — Recherches sur les variations anatomiques de la premiére côte chez l' homme. *Archiv. de Biologie*, T. XV, 1877. Liége, p. 125-174.

(3) Secondo la tabella data da F. Tourneux. — *Precis d'Embryologie humaine,* Paris, 1898, p. 138.

st' ultima con le due radici, vengono a formarsi due angoli, corrispondenti per la loro situazione ai futuri due tubercoli, *anteriore* e *posteriore*, che nelle vertebre a completo sviluppo sormontano le radici stesse. Da ciascuno di questi angoli parte un prolungamento, che, perifericamente, si continua con i sepimenti connettivali (future aponeurosi) dei muscoli vicini.

In sezioni delle vertebre dorsali degli stessi embrioni, si osservano gli stessi fatti fondamentali. Anche in queste, cioè, si presenta una massa di elementi connettivali lateralmente al corpo vertebrale cartilagineo, col quale è in continuazione per mezzo di uno *strato condrogene*. Tale massa, pure in questa regione, è attraversata da un foro che può considerarsi, per la sua forma e per i suoi rapporti, come rappresentante il *foro trasversario* delle vertebre cervicali. Per tal foro è possibile, infatti, distinguere in quella massa le stesse parti che nelle vertebre cervicali, sebbene, a differenza che in queste, trovisi dal lato ventrale il nucleo cartilagineo della costa (fig. 2).

In due embrioni della lunghezza di circa 2 centimetri, per essere alquanto più progredita la condrificazione, le apofisi laterali delle vertebre cervicali sono quasi completamente costituite da tessuto cartilagineo, in diretta continuazione con il tessuto cartilagineo del corpo vertebrale. Soltanto la lamella tesa trasversalmente fra le due radici dell' apofisi trasversa si presenta, nella maggior parte delle sezioni di una stessa vertebra, ancora costituita, più o meno parzialmente, da connettivo embrionale (fig. 3). Questo ha, con il tessuto cartilagineo del resto della vertebra, gli stessi rapporti di continuità già sopra descritti fra il connettivo che primitivamente rappresentava l' intiero processo laterale e la cartilagine del corpo. Nessun nucleo cartilagineo distinto mi si è presentato, neppure in questo stadio, in alcuna parte delle apofisi laterali delle vertebre cervicali, per tutta l' estensione della porzione cervicale della colonna, la 7ª vertebra compresa.

Il *nucleo costale* descritto da diversi Autori e da me pure altra volta riscontrato, come sopra resulta, non può dunque essere considerato come una formazione costante.

In considerazione di ciò, ed anche per quanto ha potuto osservare riguardo alle condrificazione delle apofisi laterali delle vertebre cervicali, mi pare che frattanto sia da concludere; — che « nessun rudimento di costa partecipa *normalmente* colla costituzione delle apofisi laterali delle vertebre cervicali, la 7ª compresa, e che la condrificazione delle stesse apofisi avviene per estensione del processo di condrificazione del corpo vertebrale ».

Seguendo nella regione dorsale della colonna, le trasformazioni che la massa connettivale laterale al corpo delle vertebre subisce, in seguito al progredire della condrificazione, si notano delle particolarità, che, messe in confronto con quanto si verifica nelle vertebre cervicali, non mi sembrano trascurabili per ciò che riguarda il significato da attribuirsi alle diverse parti delle apofisi laterali di quest' ultime. — Mentre, infatti, nelle vertebre cervicali la condrificazione di quella massa si fa in totalità attorno al foro trasversario, nelle vertebre dorsali, in accordo con la diversa forma delle relative apofisi trasverse, lo stesso processo di condrificazione che si estende dal corpo alle parti laterali della vertebra, si limita alla parte della massa connettivale situata dorsalmente allo *spazio costo-vertebrale* da considerarsi come corrispondente al foro trasversario delle vertebre cervicali. Quando

l' apofisi trasversa delle vertebre dorsali è già condrificata, come si osserva nello stesso embrione di 2 centimetri (fig. 4, *a. t.*), e maggiormente si è avanzata la condrificazione della costa, la massa connettivale interposta fra questa e la vertebra tanto si trova ridotta, che viene a rappresentare gli *strati intermedi* (strati mesocondrali) delle due articolazioni *costo-vertebrale* e *costo-trasversaria* in via di sviluppo (fig. 4, *s.m* ed *s'.m'.*), mentre framezzo a queste articolazioni, e precisamente a delimitare ventralmente lo spazio costo-vertebrale, si presenta in forma di una semplice bandelletta (fig. 4, *l. i.*) i cui elementi cellulari sono in continuazione con gli elementi cellulari di quelli stessi *strati intermedi.* Tale bandelletta, tesa fra l' apofisi trasversa ed il corpo vertebrale, sta così a rappresentare, nelle vertebre dorsali, quella parte delle apofisi laterali delle vertebre cervicali che limita esternamente il foro trasversario, e che, successivamente ossificandosi, costituirà la trabecola tesa fra le due radici di queste ultime (*processus costarius* di Hasse e Schwache). Mancando nelle verteore dorsali ciò che nelle apofisi trasverse cervicali si chiama *radice anteriore*, si intende facilmente come quella bandelletta, invece di prendere rapporto con quest' ultima, si trovi in diretto rapporto con il corpo vertebrale. Riguardo a tale rapporto, che più precisamente si stabilisce per mezzo dello *strato intermedio* della articolazione costo-vertebrale, è poi da osservare che esso corrisponde ad un punto del corpo vertebrale, ove, in seguito alla completa formazione della stessa articolazione costo-vertebrale, si formerà la *fossetta costale* (*diapofisi*, secondo la denominazione usata da Baur) che precisamente viene considerata come rappresentante, nelle vertebre dorsali, della radice anteriore delle apofisi laterali delle vertebre cervicali. In stadi più avanzati (in embrioni, cioè, di 4 centimetri), mentre la forma delle vertebre e delle coste va sempre più determinandosi, e lo spazio costo-vertebrale assume la forma di una fessura, la stessa bandelletta connettivale che questo spazio delimita ventralmente, viene ad assumere una struttura fibrillare, e successivamente (in embrioni di 5 e 5 $^1/_2$ centimetri), sempre più differenziandosi dagli strati intermedi delle due articolazioni costo-vertebrale e costo-trasversaria, si trasforma nel ligamento *trasverso-costale anteriore* od *interosseo* (fig. 5 e fig. 6).

Venendo i fatti ora accennati a dimostrare che al blastema embrionale precedente, nelle vertebre cervicali, la trabecola ossea (*processus costarius*) tesa fra le due radici dei relativi processi laterali, corrisponde nelle vertebre dorsali il blastema che darà origine al ligamento *trasverso-costale interosseo*, sembra sia da concludere che le due formazioni (trabecola ossea e ligamento) sono reciprocamente omologhe.

Riguardo al significato delle due radici delle apofisi laterali delle vertebre cervicali, è da osservare, che tanto i fatti sopra esposti che la conclusione ora enunziata, si trovano perfettamente in accordo con l' opinione, che unicamente la radice posteriore o dorsale di quei processi rappresenti l' *apofisi trasversa* delle vertebre dorsali, e che alla radice anteriore o ventrale debbasi considerare omologa la *fossetta costale* (*diapofisi* di Baur) del corpo di queste ultime (1).

---

(1) Vedi in Lebouca, l. c.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Fig. 1. — Da sezione trasversa di embrione umano della lunghezza di 15 mm., corrispondente alla 7ª vertebra cervicale. La condrificazione della vertebra è limitata al *corpo* (*c. v.*) ed all' *arco neurale* (*a. n.*). L' apofisi laterale mostrasi esclusivamente costituita da tessuto connettivo embrionale, presentando distintamente la radice anteriore (*r. a.*), la radice posteriore (*r. p.*), e la lamella tesa fra le due radici (*l.*) esternamente al foro trasversario (*f. t.*).

Fig. 2. — Da sezione trasversa dello stesso embrione umano di 15 mm., corrispondente alla 2ª vertebra dorsale.

s. c. v. — Spazio *costo-vertebrale* delimitato da una massa di tessuto connettivo embrionale, ove possono riscontrarsi, modificate, le stesse parti che nelle vertebre cervicali delimitano il foro trasversario.

c. — Nucleo costale cartilagineo.

Fig. 3. — Da sezione trasversa di embrione umano della lunghezza di circa 2 centimetri. Le indicazioni corrispondono a quelle della fig. 1.

Fig. 4. — Da sezione trasversa dello stesso embrione umano di circa 2 centimetri, corrispondente alla 1ª vertebra dorsale.

a. t. — Apofisi trasversa.

c. — Costa.

s. m. — Strato mesocondrale dell' articolazione costo-vertebrale.

s'. m,' — Strato mesocondrale dell' articolazione costo-trasversaria.

s. c. v. — Spazio costo-vertebrale, rappresentante del foro trasversario delle vertebre cervicali.

l. i. — Bandelletta formata da elementi di connettivo embrionale, in continuazione con i due strati mesocondrali *s. m.* ed *s' m'*, rappresentante la lamella delle vertebre cervicali che limita esternamente il foro trasversario (*processus costarius*).

Fig. 5 e 6 — Da due sezioni di embrione umano di 5 centimetri, corrispondenti alla 1ª vertebra dorsale.

c. v. — Corpo vertebrale.

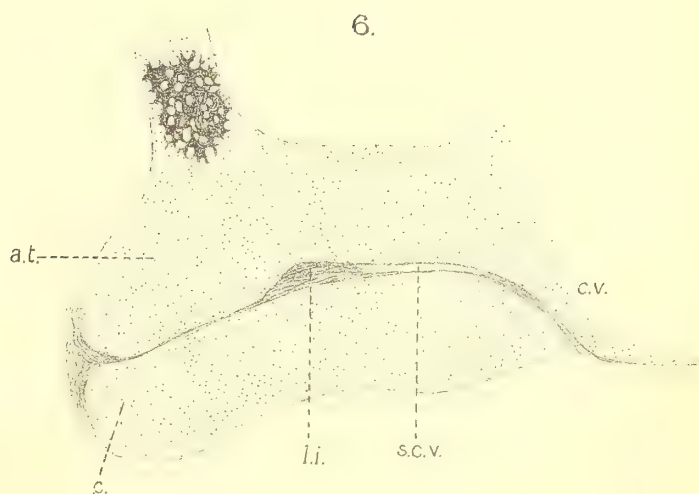
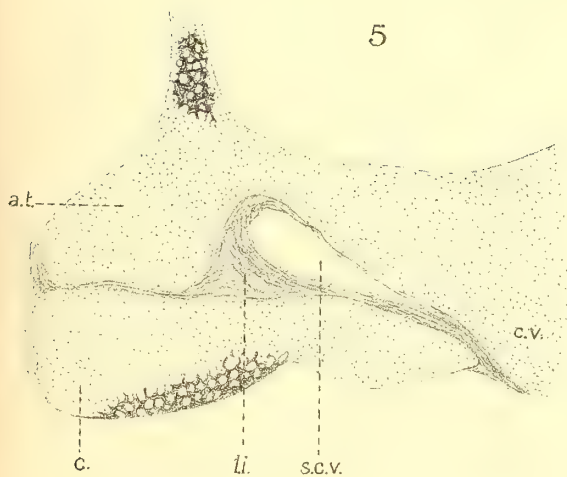
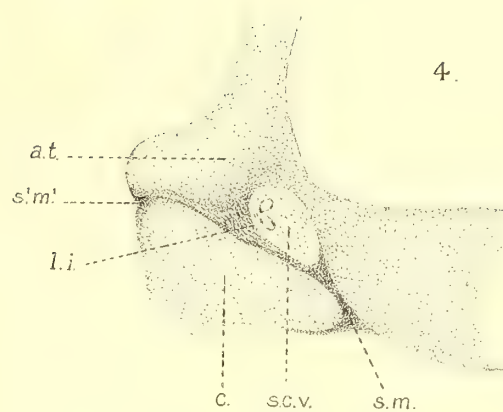
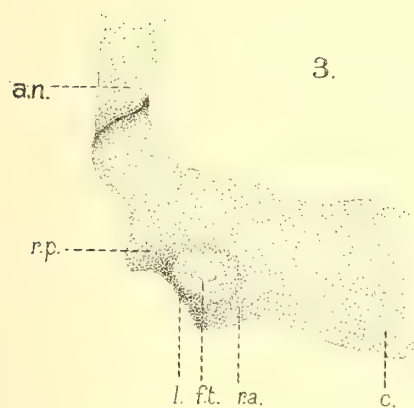
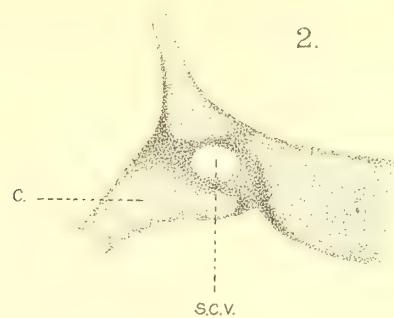
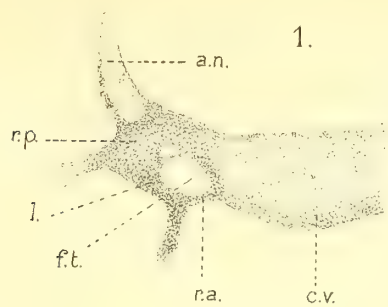
a. t. — Apofisi trasversa.

c. — Costa.

s. c. v. — Spazio costo-vertebrale ridotto in forma di fessura.

l. i. — Ligamento *trasverso-costario interosseo.*

Tutte le figure furono disegnate per mezzo dell' embriografo di His, *all' ingrandimento di 30 diametri.*

G. Valenti dis. E. Contoli lit. Bologna - Lit. F.co Casanova e Figlio.

Le relazioni fitogeografiche fra Creta e Karpathos

COMUNICAZIONE

DI

ANTONIO BALDACCI

(Letta nella Seduta del 28 Gennaio 1906)

La geologia insegna che l'Europa era riunita all'Asia da una terra della quale è residuo l'Arcipelago col suo numero infinito di isole. La botanica e la zoologia confermano questa tesi con prove irrefragabili. Il Peloponneso e la Tracia sono direttamente collegate all'Asia per il terreno, per la flora, per la fauna: le isole di Cerigo, Candia, Karpathos e Rodi attaccano la Morea alla Caria ed alla Licia e segnano d'altra parte i confini meridionali del paese che occupava l'Arcipelago.

Essendomi occorso di studiare Karpathos sulla scorta di una delle più belle opere che io conosca intorno alle isole (1), sono stato attratto a riprendere le mie osservazioni sulla flora di Creta e sulle sue relazioni con le altre flore insulari dell'Arcipelago in rapporto alla penisola balcanica ed all'Asia Minore. Limito ora per Creta e per Karpathos questi cenni fitogeografici coi quali si può chiaramente dimostrare quanto gli Autori dell'Opera suddetta, Raulin (2), l'immortale illustratore di Creta, ed altri studiosi delle terre dell'Arcipelago avevano intraveduto, senza tuttavia provare che Creta e Karpathos sembrano essere, sotto l'aspetto floristico, non due isole lontane, ma una terra continua.

Non è qui il luogo di insistere a lungo sulla situazione, sul clima e l'aspetto geologico delle due isole. Esse si trovano ambedue comprese fra il 35° e il 36° di lat. Nord e il 23° e il 28° di long. Est. Il clima è identico a Creta quanto a Karpathos, dalle spiaggie del mare alle montagne. Le alte sommità del Kalilimni (1160 m.) e del Toupapatopédi (1204 m.) di Karpathos si coprono di neve nell'inverno e resistono così fino a primavera, lasciando liberi i valloni. Questo fatto avviene in Creta alle stesse altezze di 1000-1200 metri. La struttura geologica è press'a poco la medesima. Le differenze maggiori consistono nello sviluppo orografico e nella superficie. Una grande differenza nell'altezza e nello sviluppo generale delle montagne porta necessariamente a considerare in geografia botanica un numero maggiore o minore di zone floristiche (fra cui le più elevate hanno sempre importanza più grande delle inferiori, specialmente nelle isole) con l'area rispettiva di ciascuna zona e delle stazioni che la costitui-

(1) C. De Stefani, C. J. Forsyth Major e W. Barbey: Karpathos, Ètude géologique, paléontologique et botanique, Lausanne, 1895.

(2) V. Raulin: Description physique de l'île de Crète. 2 Vol, Paris-Bourdeaux, 1869.

scono. Ciò che, nel caso presente, ha, con il numero delle zone, un valore eccezionale perchè Karpathos, considerato con le due isolette di Kasos e di Saria, non rappresenta che una ventesima parte della superficie di Creta, tenendo per giusta la superficie di circa 400 Km^2 che le danno le carte inglesi. Creta ha tre massicci che si dispongono quasi longitudinalmente, l'uno di seguito all'altro, secondo tutta la lunghezza dell' isola e si diffondono per ogni verso, meno che nelle superficie quaternarie, come quelle che formano la pianura di Messarà e di Canea. I massicci di Creta poggiano ciascuno sopra uno zoccolo potentissimo sul quale si innalzano innumerevoli cime, come negli Aspravouna e nel Lassithi, o in una cima solitaria, come quella del Psiloriti a 2498 m. s. il l. d. m., che è la vetta più alta dell' isola. Karpathos invece è percorsa da una catena quasi perpendicolare al sistema orografico cretese che arriva a 1204 m. s. il l. d. m. nella cima del Toupapatopédi, la quale sorge verso il centro dell' isola e resta qualche volta coperta di neve fino al mese di Maggio (1). Le montagne di Karpathos sono a scogliere, molto di più che non siano generalmente quelle di Creta, cioè a dire, spesso a picco o a scarpate ripidissime in ogni versante, nude e parimenti ricche di caverne e « katavothra » per lo scolo delle acque torrenziali che si scatenano con frequenza nell' estate. Sono probabilmente questi temporali i quali — benchè Karpathos sia un' isola rupestre, accidentata e sterile — mantengono nel sottosuolo, là dove la roccia non è permeabile, un' abbondante quantità di acqua. « Ou peut même affirmer sans exagération qu' il est peu d' îles dans l'Archipel qui soient aussi favorisées sous le rapport des sources et des ruisseaux » (2) di cui i più notevoli sono nell' altopiano di Lastos sul quale si eleva il Toupapatopédi sopra citato.

L' isola di Creta si può dividere in quattro principali zone fitogeografiche, ossia: 1° la zona alpina da 2498 m. a 2000 m. s. il l. d. m. (zona subalpina nuda di Raulin, da 1500 a 2500 m.); 2° la zona subalpina da 2000 a 1600 m. (zona montuosa boscosa superiore di Raulin da 1600 a 1200 m.); 3° la zona montuosa (anticamente coperta di foreste) da 1200 a 800 m. (zona montuosa boscosa inferiore di Raulin da 600 a 1000 m.); 4° zona mediterranea da 0 a 800 o più metri (comprende, press' a poco, la zona delle colline ed altopiani e l' altra del litorale e dei bassopiani di Raulin).

Al contrario di Raulin in l. c e di von Heldreich in mss., io ammetto per Creta una zona alpina che sta in rapporto diretto con la zona floristica analoga del Tajgeto sulla quale sono concordi i botanici. Questa zona è caratterizzata da substrato e da clima identici tanto nel continente che nell' isola. Il Tajgeto e gli Aspravouna sulla scorta della « Flora orientalis » di Boissier hanno il 50 % almeno di specie comuni. La zona alpina manca naturalmente a Karpathos, che perciò non possiede, oltre alle erbe, uno solo dei suffrutici, quali il *Berberis cretica*, il *Rhamnus prunifolius*, il *Cerasus prostrata*, l'*Atraphaxis Billardieri*, la *Daphne oleoides*, il *Juniperus Oxycedrus* così frequenti nelle alte montagne di Creta. La zona subalpina, in Creta, come in ogni altra montagna delle tre

(1) Cfr. Henry Hauttecoeur: L' Ile de Karpathos, in *Bull. de la Societé Royale Belge de Géographie de Bruxelles*, 4, 1901, pag. 245.

(2) Id. l. c.

penisole mediterranee, è intermedia alla zona forestale immediatamente inferiore e all'alpina ora menzionata. In Creta essa occupa una fascia circolare, caratteristica, di quattrocento e più metri di sviluppo, sotto la zona più alta, là dove, alla fine di Maggio, le nevi sono già completamente sciolte. Anche questa zona non è naturalmente rappresentata a Karpathos nè con erbe, nè con suffrutici.

I confronti sono positivi nella 3ª e 4ª zona. Le specie fanerogame e crittogame vascolari note finora di Karpathos sono in tutto 522 secondo l'enumerazione di C. J. Forsyth Major (con le crittogame cellulari sono 577), fra le quali le seguenti 20 (18 secondo Forsyth Major) erano state per l'addietro ritenute endemiche di Creta.

1. *Ranunculus creticus* L.
2. *Nigella fumariaefolia* Kotschy (anche a Kasos)
3. *Erysimum creticum* Boiss.
4. *Linum arboreum* L.
5. *Vicia cretica* Boiss. et Heldr.
6. *Sedum creticum* Boiss. et Heldr.
7. *Galium Monachini* Boiss. et Heldr.
8. *Valeriana asarifolia* Dufr.
9. *Senecio gnaphalodes* Sieber
10. *Staehelina fruticosa* L. (anche a Kasos e Saria)
11. *Crepis Sieberi* Boiss. et Heldr.
12. *C. Mungieri* Boiss. et Heldr.
13. *Stachys spinosa* L.
14. *S. mucronata* Sieber
15. *Teucrium microphyllum* Desf.
16. *T. alpestre* Sibth. et Sm. var. *majus* Boiss.
17. *Aristolochia cretica* Lam.
18. *Arum creticum* Boiss. et Heldr.
19. *Allium rubrovittatum* Boiss. et Heldr.
20. *Melica rectiflora* Boiss. et Heldr.

Però mentre la flora di Creta è stata esplorata da un numero assai grande di studiosi (da Belon a Belli, fra quelli più noti del periodo antico, a Th. von Heldreich, Reverchon, Baldacci negli ultimi tempi), che gradatamente hanno portato il totale delle specie a poco meno di 1500 (prima del celebre viaggio del 1845 di Raulin si conoscevano soltanto 863 specie), per Karpathos ci troviamo ancora al principio delle esplorazioni metodiche. È soltanto per la munificenza di Boissier e Barbey che Pichler intraprese nel 1883 un viaggio botanico a Karpathos e Forsyth Major ne compì un secondo nel 1886, facendo conoscere le 522 specie fanerogame e crittogame vascolari di cui si è detto sopra. Nessun altro, dopo Forsyth Major, è stato a mia notizia a Karpathos. Chi ha esplorato le isole dell'Arcipelago, sa che questo numero di 522 potrà essere portato al doppio quando si sarà potuto esplorare l'isola intera in ogni stagione dell'anno: allora si conoscerà veramente la flora di Karpathos e se ne potrà discutere la distribuzione altimetrica in rapporto alla flora di Creta. Questo sarà uno studio analitico. Nello stato attuale delle nostre conoscenze, nulla possiamo dire della flora primaverile, autunnale ed invernale di Karpathos.

Forsyth Major aveva già ammesso senza eccezione, sebbene senza discussione, le relazioni floristiche fra le due isole con queste semplici parole: « C'est dire les grandes affinités qui ont existé dans les temps anciens entre Crète et Karpathos ». Le specie seguenti provano il vero.

Anemone coronaria L.
A. stellata L. var. *Heldreichi* Boiss.
Adonis autumnalis L.
Ranunculus trichophyllus Chaix
R. asiaticus L.
R. chaerophyllos L.
* *R. creticus* L.
R. neapolitanus Ten.
R. chius D.C.
R. muricatus L.
* *Nigella fumariaefolia* Kotschy
Delphinium peregrinum L.
D. Staphysagria L.
Paeonia peregrina L. var. *glabra* Boiss.
Leontice Leontopetalum L.
Papaver Rhoeas L.
P. Argemone L.
Fumaria officinalis L.
F. macrocarpa Parl.
Matthiola sinuata L.
Arabis verna L.
A. albida Stev.
Nasturtium officinale R. Br.
* *Erysimum creticum* Boiss.
Sisymbrium Columnae Jacq.
S. officinale L.
S. polyceratium L.
Malcolmia flexuosa Sibth.
M. Chia Lam.
Biscutella Columnae Ten.
Aethionema creticum Boiss. et Heldr.
Hirschfeldia adpressa Moench.
Brassica cretica Lam.
Sinapis arvensis L.
Capparis spinosa L. var. *rupestris* Boiss.
Reseda alba L.
R. luteola L.
Cistus parviflorus Lam.
Helianthemum guttatum L.
H. salicifolium L.
Fumana arabica L.
F. glutinosa L.
Polygala monspeliaca L.
P. venulosa Sibth. et Sm.
Velezia rigida L.
Dianthus tripunctatus Sibth.
D. arboreus L.
Tunica velutina Guss.
Saponaria Vaccaria L.
Silene Behen L.
S. cretica L.
S. gallica L.
S. nocturna L.
S. bipartita Desf.
S. sedoides Jacq.
S. fruticosa Sieb.
S. gigantea L.
Alsine tenuifolia L.
Arenaria graveolens Schreb.
Stellaria media L.
Cerastium illyricum Ard.
C. viscosum L.
Polycarpon tetraphyllum L.
Paronychia capitata Koch
P. argentea Lam.
Frankenia pulverulenta L.
Hypericum empetrifolium Willd.
H. crispum L.
Malva nicaeensis All.
Linum strictum L.
L. nodiflorum L.
* *L. arboreum* L.
L. angustifolium Huds.
Geranium rotundifolium L.
G. purpureum Vill.
G. lucidum L.
Erodium cicutarium L.
E. gruinum L.
Ruta chalepensis L. var.
Vitis vinifera L.
Pistacia Terebinthus L.
P. Lentiscus L.
Lupinus hirsutus L.
L. angustifolius L.
Ononis antiquorum L.
O. reclinata L.
Trigonella monspeliaca L.
Medicago arborea L.
M. marina L.
M. tribuloides Desv.
M. tuberculata Willd.
M. coronata Lam.

M. denticulata Willd. var. *lappacea* Boiss.
M. disciformis D.C.
Trifolium lappaceum L.
T. angustifolium L.
T. clypeatum L.
T. scabrum L.
T. subterraneum L.
T. resupinatum L.
T. tomentosum L.
T. uniflorum L.
T. speciosum Willd.
T. agrarium L.
Anthyllis Hermanniae L.
A. Vulneraria L. var.
Physanthyllis tetraphylla L.
Hymenocarpus circinatus L.
Dorycnium hirsutum L.
Lotus creticus L.
L. conimbricensis Brot.
L. peregrinus L.
L. ornithopioides L.
L. edulis L.
Tetragonolobus purpureus L.
Hippocrepis unisiliquosa L.
H. ciliata Willd.
Psoralea bituminosa L.
Astragalus baeticus L.
A. hamosus L.
Hedysarum spinosissimum Sibth.
Onobrychis aequidentata Sibth. et Sm.
O. Caput Galli L.
Vicia hybrida L.
V. sativa L.
V. lathyroides L.
V. bythinica L.
* *V. cretica* Boiss. et Heldr.
V. Ervilia L.
Lathyrus Climenum L.
L. setifolius L.
Amygdalus communis L.
Crataegus monogyna Willd.
Poterium verrucosum Ehrenb.
P. spinosum L.
Myrtus communis L.
Punica Granatum L.
Lathyrus Graefferi Ten.
L. hyssopifolius L.
Bryonia cretica L.
Mesembryanthemum nodiflorum L.
Umbilicus parviflorus Sibth. et Sm.
U. horizontalis Guss.
U. serratus L.
Sedum amplexicaule D.C.
* *S. creticum* Boiss. et Heldr.
Saxifraga hederacea L.
Apium graveolens L.
Helosciadum nodiflorum L.
Ammi majus L.
Carum ferulaefolium Boiss.
Bupleurum glumaceum Sibth.
Tordylium apulum Ten.
Orlaya platycarpos L.
Daucus involucratus Sibth.
Lagoecia cuminoides L.
Hippomarathrum cristatum D.C.
Scaligeria cretica Urv.
Hedera Helix L.
Lonicera etrusca Santi
Putoria calabrica L.
Sherardia arvensis L.
Crucianella latifolia L.
Galium canum Requien
G. Aparine L.
* *G. Monachini* Boiss. et Heldr.
G. setaceum Lam.
G. murale L.
Vaillantia muralis L.
V. hispida L.
* *Valeriana asarifolia* Dufr.
Centranthus Calcitrapa L.
Valerianella Soyeri Buching.
V. discoidea L
V. obtusiloba Boiss.
V. vesicaria L.
Scabiosa maritima L.
Pterocephalus plumosus L.
P. involucratus Sibth.
Bellis annua L.
Asteriscus aquaticus L.
Pallenis spinosa L.
Inula candida L.
Phagnalon rupestre Ten.
Helichrysum siculum Sprg.
H. orientale Tourn. = *H. Pichleri* Barbey
Filago prostrata Parl.
F. gallica L.
Achillea cretica L.
Anthemis altissima L.
A. cretica L.
A. chia L.
Chrysanthemum segetum L.
Artemisia arborescens L.
* *Senecio gnaphalodes* Sieb.
Echinops spinosus L.

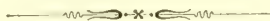
Atractylis cancellata L.
* *Staehelina fruticosa* L.
Notobasis syriaca L.
Chamaepeuce Alpini Jaub. et Sp.
Tyrimnus leucographus L
Cynara Sibthorpiana Boiss. et Heldr.
Centaurea raphanina Sibth.
Crupina Crupinastrum Mor.
Carthamus lanatus L.
C. leucocaulus Sibth. et Sm.
C. coeruleus L.
Scolymus hispanicus L.
Catananche lutea L.
Cichorium divaricatum Schousb.
C. spinosum L.
Hedypnois cretica L.
Rhagadiolus stellatus L.
Thrincia tuberosa Sibth.
Picris Sprengeriana L.
Urospermum picroides L.
Geropogon glabrum L.
Seriola aetnensis L.
Lactuca cretica L.
Picridium vulgare Desf.
Crepis bulbosa L.
* *C. Sieberi* Boiss.
* *C. Mungieri* Boiss.
C. neglecta L.
Campanula tubulosa L.
Specularia Speculum L.
S. pentagonia L.
Arbutus Unedo L.
Erica verticillata Forsk.
Samolus Valerandi L.
Asterolinum stellatum L.
Cyclamen latifolium Sibth. et Sm.
Olea europaea L.
Phyllirea media L.
Nerium Oleander L.
Chlora perfoliata L.
Erythraea Centaurium L.
Convolvulus Dorycnium L.
C. lineatus L.
C. althaeoides L.
Calystegia silvatica W. K.
Cuscuta minor Ch.
Heliotropium villosum Desf.
Anchusa undulata L.
A. italica L.
Psilostemon orientale L.
Echium plantagineum L.
E. calycinum Viv.
Lithospermum Sibthorpianum Gris.
L. apulum L.
L. hispidulum Sibth. et Sm.
Alkanna tintoria L.
Myosotis idaea Boiss. et Heldr.
Cynoglossum pictum Ait.
Verbascum sinuatum L.
Linaria Pelisseriana L.
Antirrhinum Orontium L.
Scrophularia lucida L. var. *filicifolia* Boiss.
Veronica Anagallis L.
V. Cymbalaria Bert.
Eufragia latifolia Gris.
E. viscosa L.
Trixago apula Stev.
Acanthus spinosus L.
Vitex Agnus Castus L.
Mentha Pulegium L.
Origanum Onites L.
Thymus capitatus L.
Satureja Thymbra L.
Micromeria nervosa Benth.
M. Juliana Benth.
M. mycrophylla Benth.
Melissa officinalis L.
Salvia triloba L.
S. viridis Desf.
Marrubium vulgare L.
Sideritis romana L.
* *Stachys spinosa* L.
* *S. mucronata* Sieber
Lamium moschatum Mill.
Ballota acetabulosa L.
Phlomis ferruginea Ten.
Prasium majus L.
Ajuga Iva L.
Teucrium brevifolium Schreb.
T. divaricatum Sieb.
* *T. microphyllum* Desf.
* *T. alpestre* Sibth. et Sm. var. *majus* Boiss.
Statice Sieberi Boiss.
Plantago lanceolata L.
P. albicans L.
P. cretica L.
P. Lagopus L.
P. Coronopus L.
P. Psyllium L.
Rumex pulcher L.
R. bucephalophorus L.
P. tuberosus L.
Polygonum maritimum L.
* *Aristolochia cretica* Lam.

Euphorbia dendroides L.
E. acanthothamnus Boiss. et Heldr.
E. exigua L.
Crozophora tinctoria L.
Urtica pilulifera L.
Parietaria cretica L.
Quercus Ilex L.
Q. coccifera L.
* *Arum creticum* Boiss. et Heldr.
Dracunculus vulgaris Schott
Arisarum vulgare L.
Anacamptis pyramidalis L.
Orchis coriophora L. var. *fragrans* Boiss.
O. laxiflora Lam.
Ophrys fusca Link
O. tenthridinifera Willd.
Iris Sisyrinchium L.
I. cretensis Janka
Gladiolus segetum Gawl.
Lloydia graeca L.
Ornithogalum narbonense L.
O. umbellatum L.
* *Allium rubrovittatum* Boiss. et Heldr.
A. subhirsutum L.
A roseum L.
A. neapolitanum Cyr.
Asphodelus microcarpus Viv.
Luzula graeca Bor. et Ch.
Juncus maritimus Lam.
J. bufonius L.
Scirpus Savii Seb. et Maur.
S. Holoschoenus L.
Eleocharis palustris L.
Schoenus nigricans L.
Carex divisa L.
C. glauca Scop.
C. extensa Good.
Andropogon distachyon L.
A. hirsutum L.
Phalaris minor L.
Ph. paradoxa L.
Ph. coerulescens Desf.
Phleum tenue Schrad.
Stipa tortilis Desf.
Piptatherum miliaceum L.
P. coerulescens Beauv.
Agrostis verticillata Vill.
Gastridium lendigerum L.
Polypogon monspeliense L.
Lagurus ovatus L.
Aira capillaris Host
Avena sterilis L
Cynosurus echinatus L.
Koeleria pheloides Vill.
Melica minuta L.
* *M. rectiflora* Boiss. et Heldr.
Briza maxima L.
Dactylis glomerata L. var. *hispanica* Boiss.
Poa bulbosa L.
Catapodium loliaceum Huds.
Bromus sterilis L.
B. matritensis L.
B. intermedius Guss.
Brachypodium distachyum Roem. et Sch.
B. ramosum Roem. et Sch.
Aegilops ovata L.
A. caudata L.
Hordeum maritimum L.
Pinus halepensis Mill.
Juniperus phoenicea L.
Ephedra campylopoda C. A. M.
Cheilanthes fragrans Sw.
Adiantum Capillus Veneris L.

Queste 373 specie, proprie tanto di Creta quanto di Karpathos, in rapporto alle 522 che costituiscono l'intera flora fino ad oggi conosciuta dell'isola del Toupapatopédi, sono una eloquente dimostrazione dell'affinità floristica assoluta esistente fra le due terre. Interi generi sono comuni all'una come all'altra, quali *Valerianella*, *Convolvulus*, *Allium*, *Carex*, *Andropogon*, ecc. e moltissimi altri, come *Ranunculus*, *Silene*, *Medicago*, *Trifolium*, *Vicia*, *Galium*, *Valeriana*, *Crepis*, *Teucrium* ecc. sono rappresentati quasi per intero a Karpathos come a Creta, e la maggior parte degli altri tengono la proporzione della metà.

L'isola di Karpathos, con questa sua flora, che nei suoi $^2/_3$ è propria a Creta, non poteva avere rappresentata, come si è visto, la 1ª e la 2ª zona di vegetazione cretese, ma ha, in cambio, una fisionomia floristica grandissima con Creta nella 3ª e 4ª zona. Le condizioni del substrato e l'azione dell'umidità persistente, dovuta allo sciogliersi delle nevi e all'imperversare

degli uragani, sono concomitanti nelle due isole specialmente nella 3ª zona. Qui abbiamo da considerare il *Ranunculus creticus* (in Creta raggiunge i 2000 m., a Karpathos vive nelle più alte località del Kalilimni a 1200 m.), e la *Valeriana asarifolia* che in Creta raggiunge notevoli altezze nell'Aphendi Kavousi e si adatta per cause concomitanti nei « pharanghi » dell'isola (ossia nella regione inferiore), mentre a Karpathos si tiene alle più alte stazioni. Il *Galium Monachini* e la *Crepis Mungieri* Boiss. sono le specie più interessanti di questa zona. In Creta esse allignano a 1000-2000 m. con la media a 1200-1500 m. precisamente come nel Kalilimni di Karpathos, ove, tuttavia, la *C. Mungieri* si adatta anche a stazioni inferiori nelle pendici ombrose del Lastos. Un'altra interessante specie è il *Teucrium alpestre* che in Creta vive a 1500-1700 m. s. il l. d. m., mentre a Karpathos scende al villaggio di Olymbos a meno di 300 m. s. il l. d. m. Si potrebbe fare una lunga lista di specie fra le più comuni con l'*Arabis albida*, l'*Aethionema creticum*, il *Cerastium illyricum*, il *Trifolium uniflorum*, l'*Umbilicus parviflorus*, la *Saxifraga hederacea*, la *Scaligeria cretica*, l'*Euphorbia acanthothamnus* ecc. per dimostrare come corrisponda mirabilmente nelle due isole la 3ª zona.

La zona montuosa inferiore — che fa parte della nostra mediterranea — è rappresentata in modo completo, non soltanto per il gran numero delle specie mediterranee con area diffusa anche alla Morea, alle isole meridionali dell'Arcipelago o alle provincie occidentali dell'Asia Minore, ma per più di $^2/_3$ almeno delle specie sinora ritenute endemiche di Creta. In questa zona bisogna innanzi tutto considerare i generi mediterranei con specie fruticose quali *Dianthus*, *Linum*, *Galium*, *Scabiosa*, *Chamaepeuce*, *Staehelina*, *Teucrium* ecc. che hanno rappresentanti uguali o affinissimi sia in Creta che a Karpathos, e sono specialmente questi generi che acquisteranno una importanza assoluta quando Karpathos sarà stata esplorata con la massima cura e quando la sua flora potrà contrapporre un migliaio circa di specie alle 1417 distribuite attualmente sopra i 7800 Km² che formano la superficie di Creta. Allora si potranno studiare anche le formazioni erinacee (*Cychorium spinosum*, *Stachys spinosa* ecc.), che ora si conoscono troppo poco per Karpathos, e le formazioni a dumeti bassi, di un metro al massimo di altezza, le quali hanno tanto interesse nello studio del dominio fitogeografico mediterraneo. Quando si possederanno tutte queste cognizioni sarà assicurato alla scienza un nuovo capitolo col quale, sulla scorta di dati analitici assoluti, si vedrà non la dipendenza, ma le relazioni intime esistenti fra una flora e l'altra nelle loro diverse zone e nelle loro stazioni, anche in rapporto alla composizione chimica e alla struttura fisica del terreno dei numerosi pinnacoli che l'antichità geologica ha lasciato nell'Arcipelago a dimostrazione che l'Europa e l'Asia sono un continente solo

ESISTENZA DEGLI INTEGRALI NELLE EQUAZIONI A DERIVATE PARZIALI

MEMORIA

DEL

PROF. CESARE ARZELÀ

(letta nella Sessione del 29 Aprile 1906)

Per un' equazione differenziale

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y),$$

dove si considerino x e y variabili reali in un certo campo, è dimostrato, che presupposta la continuità della $f(x, y)$, o anche solo la integrabilità rispetto a x insieme con la continuità rispetto ad y, preso ivi a piacere un punto $(x_0 y_0)$, sempre esiste *almeno una* funzione continua $y = y(x)$, che per $x = x_0$ assume il valore $y = y_0$ e soddisfa, per un certo intervallo di valori x, all' equazione differenziale. Se si aggiunge la condizione di Cauchy, o anche solo quella di Lipschitz, quella funzione è unica.

Se poi $f(x, y)$ è funzione analitica regolare delle x e y variabili complesse dentro un determinato dominio, allora un procedimento ben noto, fondato sul cosidetto *Calcolo dei limiti* di Cauchy, assicura l' esistenza di *una* funzione analitica $y(x)$ della x in un certo campo, e che in $x = x_0$ diviene $y(x_0) = y_0$ e soddisfa all' equazione differenziale.

Queste proposizioni valgono, come si sa, anche pei sistemi di più equazioni.

Per una equazione a derivate parziali

$$p = f(x, y, z, q)$$

dove è $p = \frac{\partial z}{\partial x}$, $q = \frac{\partial z}{\partial y}$, l' esistenza dell' integrale è stabilita nell' ipotesi che il secondo membro sia funzione analitica degli argomenti x, y, z, q con la nota dimostrazione pure fondata sul *Calcolo dei limiti*; ma come osserva E. von Weber: (*) *vom standpunkt der Analysis reeller Grossen sind bisher nur wenige spezielle Kategoricen*

(*) Encyklopädie der Mathematischen Wissenschaften etc. 11 Band Heft 2. 3. (1900).

von Differentialproblemen untersucht: eine Uebertragung der Cauchy-Lipschitz'schen Existenztheoreme auf beliebige partielle Differentialsysteme ist noch nicht durchgeführt.

In una nota « *Sull' esistenza degli integrali* ecc. ecc. » (Memorie dell'Accademia delle Scienze di Bologna 1896), io ho dato *la condizione necessaria e sufficiente*, affinchè una successione di funzioni di una variabile in un intervallo, delle quali è solo presupposto che siano tutte contenute fra limiti finiti, ammetta almeno una funzione limite continua; nella memoria poi « *Sulle serie di funzioni* del 1899 (vedi anche *Sulle serie di funzioni di variabili reali*, 1902) » è data una proposizione più generale relativa a una varietà di funzioni contenuta fra limiti finiti.

Una tale proposizione, nel calcolo delle funzioni dipendenti da linee, corrisponde in certo qual modo, alla proposizione di Cauchy relativa alla *condizione di convergenza* per una successione di numeri.

Di quella proposizione, nella detta nota « *Sull' esistenza degl' integrali* ecc. ecc. » e nell' altra « *Sull' integrabilità delle equazioni differenziali ordinarie* (1895) », ho fatto applicazione a stabilire in modo generale l' esistenza dell' integrale per l' equazione differenziale ordinaria; e già annunciavo che, *seguendo una via analoga, mi ripromettevo di giungere a stabilire l' analogo resultato per le equazioni a derivate parziali.*

Ma così allora, come anche più tardi, (vedi Rendiconti del 1903 dell'Accademia di Bologna.) dovetti pure rimandare la pubblicazione della memoria relativa. L'analogia non era così immediata da rendere facile la cosa.

Ora giudico di avere ottenuto in modo semplice la dimostrazione di che si tratta e nella presente memoria precisamente stabilisco che: *presupposta nella funzione* $f(x, y, z, q)$ *la sola continuità rispetto alle quattro variabili in un certo campo, data ad arbitrio una funzione* $\varphi_0(y)$ *della* y *continua essa e la derivata* $\varphi'_0(y)$ *in un certo intervallo e con rapporto incrementale* $\frac{\varphi'_0(y+k)-\varphi'_0(y)}{k}$ *sempre compreso tra* $-L$ *e* L, L *finito, la equazione*

$$\frac{\partial z}{\partial x}=f\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial y}\right)$$

ammette sempre una o infinite soluzioni $z=z(x, y)$ *finite e continue insieme con le rispettive derivate* $\frac{\partial z}{\partial x}$ *e* $\frac{\partial z}{\partial y}$ *in un certo campo, e per* $x=x_0$ *ognuna delle* $z(x, y)$ *si riduce a* $z(x_0 y)=\varphi_0(y)$.

Il resultato è ottenuto mediante la particolare costruzione di una successione di funzioni discontinue, alla quale è applicabile il citato teorema generale relativo all' esistenza di una funzione limite continua.

Darò prossimamente condizioni semplici per la unicità della soluzione.

I.

1. Premetto, per comodità del lettore, la estensione *a due variabili* del teorema che dà la condizione affinchè una varietà di funzioni ammetta almeno una funzione limite continua. Questa estensione veramente è ovvia, e chi ha letto la dimostrazione pel caso di una variabile (*) può anche omettere quella che qui segue: dò poi alcune facili, ma necessarie, osservazioni.

Sia $v(x, y)$ una funzione delle due variabili x e y, data comunque in un campo C, avente però ivi limiti superiore e inferiore finiti.

Due altre funzioni $\varphi(x, y)$ e $\psi(x, y)$ tali che per ogni punto (x, y) in C si abbia

$$\varphi(x, y) < v(x, y) < \psi(x, y)$$

determinano un *intorno* della $v(x, y)$.

Abbiasi una varietà G di funzioni

$$u(x, y), \ w(x, y), \ldots$$

definite comunque mediante una certa legge in C, *soggette alla sola condizione di essere tutte contenute fra due numeri finiti* l *e* L.

Se, prese, in qualsiasi modo, le due $\varphi(x, y)$ e $\psi(x, y)$ che soddisfino alla relazione precedente esistono poi sempre infinite funzioni $u(x, y)$ della G tali che sia

$$\varphi(x, y) \leq u(x, y) \leq \psi(x, y),$$

si dirà che la $v(x, y)$ è una funzione limite della varietà medesima, e può anche non appartenere alla varietà.

Qual' è la condizione, affinchè una data varietà G *ammetta una, o più, o anche infinite funzioni limiti egualmente continue?*

Egualmente continue diconsi infinite funzioni continue

$$u(x, y), \ w(x, y), \ldots$$

in un campo C se, preso un numero positivo σ piccolo a piacere, esiste poi sempre un numero δ assegnabile tale che in ogni cerchio, o parte del campo C, di cui la massima corda non superi δ, l' oscillazione di una qualunque delle $u, w, \ldots$ resulti minore o eguale a σ.

Egualmente oscillanti per meno di σ chiameremo infinite funzioni, continue o no,

$$u(x, y), \ w(x, y), \ldots$$

(*) Il Prof. Vitali nella memoria: *Sopra le serie di funzioni analitiche,* pubblicata negli Annali di matematica per l'anno 1903, ha introdotto in questa dimostrazione qualche semplificazione.

quando, esiste un numero δ tale che in ogni cerchio, o parte del campo di cui la massima corda non superi δ, esse tutte fanno un' oscillazione minore di σ.

Fissato σ, si consideri una delle funzioni p. es. $u(x, y)$: in un cerchio, col centro in (x, y) essa oscilli per meno di σ: dei cerchi siffatti, se ve ne è uno che non si riduca a un punto, ve ne sono infiniti: pei raggi vi sarà un limite superiore che sarà funzione di (x, y). Se il punto (x, y) è prossimo al contorno si considererà solo la parte di cerchio che cade nel campo. In tutto il campo questa funzione avrà un limite inferiore δ_u.

Per $w(x, y)$ esisterà un' analogo δ_w e così via. Se i $\delta_u, \delta_v, \ldots$ hanno un limite inferiore δ maggiore di zero, le funzioni saranno *egualmente oscillanti* per meno di σ in ogni cerchio di raggio δ.

Si comprende che se in posto di σ si prende un σ_1 minore, le funzioni egualmente oscillanti per meno di σ potranno non esser più tutte pure ugualmente oscillanti per meno di σ_1 cioè potrà non esistere più un numero δ_1 corrispondente, maggiore di zero.

Ciò posto, la risposta alla domanda fatta precedentemente è data dalla seguente proposizione.

È necessario e sufficiente che si possa assegnare una successione di numeri

$$\sigma_1, \ \sigma_2, \ldots$$

positivi, decrescenti e tendenti a zero e insieme anche un' altra successione di numeri pure positivi

$$\delta_1, \ \delta_2, \ldots$$

tali che nella varietà G *si trovino infinite sotto-varietà, che indicheremo con*

$$G(\sigma_1), \ G(\sigma_2), \ldots$$

ognuna di infinite funzioni e contenuta in quella che la precede, ugualmente oscillanti rispettivamente per meno di

$$\sigma_1, \ \sigma_2, \ldots$$

in ogni cerchio, di raggio

$$\delta_1, \ \delta_2, \ldots$$

rispettivamente.

Suppongasi dunque che, data la varietà

$$G \equiv \{u(x, y)\},$$

vi siano per essa una, o anche infinite, funzioni limiti egualmente continue.

Si prendano a piacere i numeri dianzi detti

$$\sigma_1, \ \sigma_2, \ldots$$

Si fissi una delle funzioni limiti, $v(x, y)$ e si considerino gli intorni determinati dalle funzioni

$$v(x, y) - \frac{\sigma_1}{3} \dots v(x, y) + \frac{\sigma_1}{3}$$

$$v(x, y) - \frac{\sigma_2}{3} \dots v(x, y) + \frac{\sigma_2}{3}$$

. . . .

Dentro il primo di questi intorni sono per ipotesi, contenute infinite funzioni, le quali in ogni cerchio di raggio δ_1 nel quale la $v(x, y)$ oscilla per meno di $\frac{\sigma_1}{3}$, oscillano per meno di $\frac{3\sigma_1}{3}$ e costituiscono così una sotto-varietà di infinite funzioni $G(\sigma_1)$.

Similmente nel secondo intorno esiste una sotto-varietà $G(\sigma_2)$ di funzioni contenute fra quelle di prima e che in ogni cerchio, di raggio δ_2, nel quale la $v(x, y)$ oscilla per meno di $\frac{\sigma_2}{3}$, oscillano esse pure ognuna per meno di $\frac{3\sigma_2}{3}$.

Così la condizione enunciata si riconosce *necessaria* solo che esista una funzione limite continua.

Mostriamo che è anche *sufficiente*. Vi siano dunque i numeri

$$\sigma_1, \sigma_2, \dots$$

e i corrispondenti

$$\delta_1, \delta_2, \dots$$

e nella G le sotto-varietà di infinite funzioni, come è stato detto,

$$G\left(\frac{\sigma_1}{4}\right), \; G\left(\frac{\sigma_2}{4}\right) \dots$$

le quali in cerchi di raggi $\delta_1, \delta_2, \dots$ sono, ugualmente oscillanti per meno di $\frac{\sigma_1}{4}, \frac{\sigma_2}{4}, \dots$ rispettivamente, e sono, via via, contenute ognuna in quella che la precede.

Si consideri il valore assoluto

$$|u(x, y) - w(x, y)|$$

della differenza tra due qualunque delle funzioni appartenenti alla varietà $G\left(\frac{\sigma_1}{4}\right)$. In qualche punto (x, y) esso potrà essere minore di $2\sigma_1$, in altri eguale o maggiore.

Scegliamo tra le funzioni delle varietà quelle

$$\gamma) \qquad u(x, y), \; w(x, y), \; t(x, y), \; z(x, y), \dots$$

tali che la differenza in valore assoluto

$$|u(x, y) - w(x, y)|$$
$$|u(x, y) - t(x, y)|$$
$$|w(x, y) - t(x, y)|$$
$$\cdots\cdots$$
$$\cdots\cdots$$

tra due qualunque di esse è, in qualche punto (x, y), maggiore o eguale a $2\sigma_1$. Mostriamo che il gruppo $\gamma)$ contiene solo un numero *finito* di funzioni.

Poichè per ipotesi in ogni cerchio di raggio δ_1 fanno, ognuna, un' oscillazione minore o eguale a $\frac{\sigma_1}{4}$, così una qualsiasi di esse potrà fare un' oscillazione maggiore di $\frac{\sigma_1}{4}$ solamente in un cerchio il cui raggio superi δ_1: quindi se (x, y) è un punto in cui è

$$|u(x, y) - w(x, y)| > 2\sigma_1,$$

vi sarà un cerchio di centro (x, y) e di raggio almeno eguale a δ_1, in ogni punto del quale le due

$$u(x, y) \quad \text{e} \quad w(x, y)$$

sono discoste fra loro per un numero che è maggiore o eguale a $\frac{3\sigma_1}{2}$. Se il punto (x, y), nel quale si verifica la disuguaglianza suddetta, è prossimo al contorno per meno di δ_1, il distacco menzionato tra le due funzioni si verificherebbe almeno per quella parte del cerchio, avente per centro (x, y), che è contenuta nel campo: parte che sarà sempre determinata e maggiore di una certa quantità fissa, determinato essendo il contorno, che prendiamo privo di punti multipli e rettificabile.

Ciò premesso, pongasi se è possibile che le funzioni $\gamma)$ siano in numero infinito.

Le differenze tra esse sono ognuna, in qualche cerchio, o parte determinata del campo di massima corda δ_1, maggiori o eguali sempre a $\frac{3\sigma_1}{2}$. Tali cerchi, o parti di campo, essendo così infiniti, vi è almeno un punto (x_0, y_0) che appartiene a infiniti di essi.

In questo punto una delle funzioni $\gamma)$, $u(x, y)$, è dunque discosta da infinite delle funzioni medesime per più di $\frac{3\sigma_1}{2}$, e giacchè esse possono fare un' oscillazione maggiore di $\frac{\sigma_1}{4}$ solamente in un cerchio di raggio maggiore di δ_1, così vi sarà tutto un cerchio ω', o parte assegnabile del campo, intorno del punto $(x_0 y_0)$, nel quale esse rimarranno discoste dalla $u(x, y)$ medesima per più di σ_1.

Delle differenze tra la $u(x, y)$ e le funzioni ora menzionate ve ne saranno infinite dello stesso segno, p. es. positivo e così tali infinite funzioni oltrepasseranno la $u(x, y)$ per più di σ_1 in tutti i punti di una parte determinata ω' del campo C.

Ed ecco che si rivela così l' esistenza di una parte di spazio, almeno un cilindro di base ω' e altezza σ_1, dentro la quale non cade alcuna delle superficie la cui ordinata z è il valore di qualcuna delle infinite funzioni ora dette.

Si consideri ora il gruppo γ') di queste ultime funzioni. Si può ragionare su esse, come si è fatto sul gruppo γ), e si troverà, analogamente, l' esistenza di una parte di spazio, pur sempre maggiore di un numero fisso assegnabile, dentro il quale non cade alcuna delle superficie, la cui ordinata è il valore di qualcuna delle funzioni del gruppo γ').

E questo secondo spazio, evidentemente è del tutto esterno al primo già trovato.

Così si potrebbe procedere indefinitamente, e trovare un numero illimitato di spazi, tutti maggiori di una determinata quantità, e esterno a ognuno degli altri, e tutti contenuti nello spazio finito, dentro il quale cadono tutte le nostre funzioni date: il che è contraddditorio.

Le funzioni γ) sono dunque in numero finito.

Queste funzioni, che hanno la proprietà di essere, ognuna da ognuna delle altre, discosta in qualche punto per più di $2\sigma_1$, si possono dunque contare e indicare con

$$\gamma) \qquad u_1(x, y),\ u_2(x, y), \ldots u_p(x, y).$$

Dei gruppi simili a questo se ne possono formare degli altri, e anche infiniti, ad es. prendendo, in posto di quelle, funzioni vicinissime alle medesime.

Ma scelto un gruppo γ), nella totalità delle funzioni date, non si troverà più alcun altra funzione discosta da ognuna delle γ) per più di $2\sigma_1$ in qualche punto.

Da ciò deriva che se per le γ) si considerino rispettivamente gli intorni qui sotto indicati

$$\begin{array}{l} u_1(x, y) - 2\sigma_1 \ldots u_1(x, y) + 2\sigma_1 \\ u_2(x, y) - 2\sigma_1 \ldots u_2(x, y) + 2\sigma_1 \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ u_p(x, y) - 2\sigma_1 \ldots u_p(x, y) + 2\sigma_1 \end{array}$$

dentro di essi sono contenute *interamente* tutte le funzioni componenti la varietà $G\left(\frac{\sigma_1}{4}\right)$.

In certo modo si segregano, nell' intero campo, un numero finito di intorni, di ampiezza $4\sigma_1$, che contengono tutta la $G\left(\frac{\sigma_1}{4}\right)$: e di questi, uno almeno, contiene infinite funzioni, le quali costituiranno una sotto-varietà di $G\left(\frac{\sigma_1}{4}\right)$; la indicheremo con $G_r\left(\frac{\sigma_1}{4}\right)$.

Si fissino quegli intorni, ognuno di ampiezza $4\sigma_1$, che contengono le sotto-varietà infinite come la $G_r\left(\frac{\sigma_1}{4}\right)$.

Per ciascuno di tali intorni si potrà ragionare, come si è fatto per l' intero campo: provare cioè che in essi, funzioni discoste, ognuna da ognuna delle altre, per più di $2\sigma_2$ non ve ne ha se non un numero finito, e così in ognuno dei primi intorni di

ampiezza $4\sigma_1$ si segregherà un numero finito di intorni, ognuno di ampiezza $4\sigma_2$, dentro i quali, eccettuate al più alcune in numero finito, cadranno tutte le funzioni della sotto-varietà $G\left(\frac{\sigma_2}{4}\right)$, le quali per ipotesi sono tra quelle della $G\left(\frac{\sigma_1}{4}\right)$.

Si avrà così un numero finito di intorni di ampiezza $4\sigma_2$, che suddividono i precedenti, o almeno parte dei precedenti intorni di ampiezza $4\sigma_1$.

Gli intorni di ampiezza $4\sigma_2$, che contengono infinite funzioni, con lo stesso procedimento si suddivideranno in parecchi intorni di ampiezza $4\sigma_3$; e così indefinitamente.

Vi è almeno uno dei primi intorni, che contiene uno dei secondi e questo uno dei terzi e così via all' infinito.

Si formi ad es. la successione delle funzioni che sono gli estremi inferiori di questi ora menzionati intorni

$$u(x, y) - 2\sigma_1, \; w(x, y) - 2\sigma_2, \; t(x, y) - 2\sigma_3, \ldots$$

ovvero l' altra degli estremi superiori

$$u(x, y) + 2\sigma_1, \; w(x, y) + 2\sigma_2, \; t(x, y) + 2\sigma_3, \ldots$$

Notando, come sono scelte le funzioni

$$u(x, y), \; w(x, y), \; t(x, y), \ldots$$

si vede bene che quelle due successioni hanno una funzione limite comune, che è anche continua.

Vi è un limite determinato e finito in ogni punto (x, y), perchè le differenze

$$(r(x, y) - 2\sigma_p) - (q(x, y) - 2\sigma_s),$$

tra due qualunque delle funzioni di una di quelle successioni se siamo abbastanza innanzi nella successione medesima, è minore di quel numero che si vuole: che poi il limite è lo stesso per le due successioni è evidente: e che esso è funzione continua, si rileva da ciò, che se si indica questo limite con $\varphi(x, y)$ si ha per ogni (x, y)

$$| \varphi(x, y) - (q(x, y) - 2\sigma_s) | < \varepsilon$$

ε essendo prefissato piccolo a piacere e la $q(x, y) - 2\sigma_s$, una funzione, abbastanza innanzi nella successione, la quale perciò in ogni area di massima corda δ' oscillerà al più per ε: dimodochè ivi la $\varphi(x, y)$ oscillerà al più per 3ε.

Con ciò è provato quanto si voleva.

2. Suppongasi che la varietà G si riduca a una successione ordinata

$$u_1(x, y), \; u_2(x, y), \ldots$$

Allora sarà verificata la condizione dell' enunciato precedente se, per ogni σ, esiste un' intero m e un numero positivo δ tale che in ogni area di massima corda 2δ,

oscillino per meno di σ, *tutte* le

$$u_{m+1}(x, y), \; u_{m+2}(x, y), \ldots$$

3. Le funzioni della successione

$$u_1(x, y), \; u_2(x, y), \ldots$$

siano continue. L' essere, come è detto dianzi, ugualmente oscillanti per meno di σ tutte le funzioni da un m in poi

$$u_{m+1}(x, y), \; u_{m+2}(x, y), \ldots$$

in ogni area di massima corda δ, porta che lo siano poi tutte, inquantochè le precedenti

$$u_1(x, y), \; u_2(x, y), \ldots u_m(x, y),$$

essendo pure continue, oscilleranno ognuna per meno di σ in ogni area di massima corda δ_1: epperò tutte le funzioni della successione

$$u_1(x, y), \; u_2(x, y), \ldots$$

oscilleranno per meno di σ in ogni area di massima corda eguale al minore dei numeri δ e δ_1: e ciò per ogni σ. Saranno dunque, come suol dirsi, egualmente continue.

L' eguale continuità è dunque, come è noto, per una successione di funzioni continue, condizione necessaria e sufficiente perchè vi sia almeno una funzione limite continua.

4. Ricordiamo che a riconoscere la eguale continuità in una varietà G può servire il seguente criterio.

Una varietà infinita di funzioni continue

$$\} u(x, y) \{$$

sarà egualmente continua se i due rapporti incrementali di una qualsiasi delle u

$$\frac{u(x_1, y) - u(x_2, y)}{x_1 - x_2}, \quad \frac{u(x, y_1) - u(x, y_2)}{y_1 - y_2}$$

per tutte le possibili coppie di valori (x_1, x_2), (y_1, y_2) *nel campo* C, *sono sempre in valore assoluto inferiori a un numero finito* L.

Indichi ω un cerchio di raggio δ assegnabile, o parte di campo di corda massima non maggiore di δ: (x_1, y_1), (x_2, y_2) i punti di massimo e minimo di una $u(x, y)$ ivi: si avrà

$$\left| \frac{u(x_1, y_1) - u(x_2, y_1)}{x_1 - x_2} \right| < L$$

$$\left| \frac{u(x_2, y_1) - u(x_2, y_2)}{y_1 - y_2} \right| < L$$

donde

$$|u(x_1, y_1) - u(x_2, y_1)| + |u(x_2, y_1) - u(x_2, y_2)| < L|x_1 - x_2| + L|y_1 - y_2|$$

e

$$|u(x_1, y_1) - u(x_2, y_2)| < L\{|(x_1 - x_2)| + |(y_1 - y_2)|\} < 4\delta L$$

cioè l'oscillazione della $u(x, y)$, nel cerchio o parte detta, può farsi piccola come vuolsi all' impiccolire di questa: se si prende $\delta < \frac{\sigma}{4L}$ si ha $4\delta L < \sigma$.

Poichè ciò vale per qualsiasi funzione $u(x, y)$, così rimane provata la loro eguale continuità.

5. Quando è verificata la condizione ora posta pei due rapporti incrementali, si riconosce che la varietà di funzioni è tutta contenuta tra due numeri finiti, osservando se tutte quante le funzioni, in un punto o in un altro dal campo, assumono uno stesso valore, o almeno se è possibile formare un gruppo di numeri contenuto tra limiti finiti, prendendo il valore di ciascuna funzione in un qualche punto; giacchè l' oscillazione in tutto il campo di *ogni* funzione è inferiore sempre ad un numero finito.

6. Una varietà di funzioni egualmente continue, contenute tutte tra due numeri l e L, ammette sempre *una funzione limite superiore e una limite inferiore, ambedue continue.*

Si fissi un punto (x, y) e ivi la perpendicolare al piano (x, y): su essa si avrà un gruppo di punti, intersezioni delle $z = z(x, y)$ componenti la varietà colla perpendicolare; e questo gruppo ammette un limite superiore.

La funzione che in ogni punto (x, y) ha per valore questo limite superiore è la funzione Z limite superiore, di che si tratta.

Sia z_0 il valore corrispondente ad un punto (x_0, y_0): si consideri il tratto $z_0 - \sigma \ldots z_0$ sulla ordinata $z_0 = z(x_0, y_0)$. Esiste allora un cerchio di centro x_0, y_0 e di raggio δ, dentro cui ognuna delle funzioni della varietà G oscilla per meno di σ; quindi anche i valori della Z in quel cerchio oscillano per meno di 2σ. La Z è dunque una funzione continua.

7. Se una successione di funzioni

$$u_1(x, y),\ u_2(x, y), \ldots$$

converge in egual grado ad una funzione limite continua $v(x, y)$, e $f(x, y, z)$ è una funzione assolutamente continua in uno spazio D a tre dimensioni, la successione corrispondente

$$f(x, y, u_1(x, y)),\ f(x, y, u_2(x, y)), \ldots$$

avrà per limite continuo $f(x, y, v(x, y))$: ben inteso, supposto che il punto $(x, y, v(x, y))$ cada sempre dentro D.

La dimostrazione è immediata.

8. Se le successioni

$$u_1(x, y),\ u_2(x, y), \ldots$$

$$v_1(x, y),\ v_2(x, y), \ldots$$

convergono in egual grado ai limiti rispettivi continui $u(x, y)$ e $v(x, y)$ e se, per ogni numero $\bar{n}$ grande a piaeere, in ogni cerchio comunque piccolo si trova sempre almeno un punto (x, y) in cui, per qualche valore di n maggiore del numero $\bar{n}$ è

$$u_n(x, y) = v_n(x, y),$$

si avrà in ogni punto del campo,

$$u(x, y) = v(x, y).$$

Invero, in un punto $(x'y')$ sia $|u(x'y') - v(x'y')| = d > 0$: in tutto un certo cerchio col centro in $(x'y')$ sarà anche $|u(x'y') - v(x'y')| > \frac{d}{2}$. In tale cerchio cade, per ipotesi, almeno un punto $(x' + h', y' + k')$ nel quale è per qualche n grande a piacere

$$u_n(x' + h', y' + k) - v_n(x' + h', y' + k) = 0;$$

la $u_n(x, y) - v_n(x, y)$ non convergerebbe dunque, uniformemente al crescere di n, verso la

$$u(x, y) - v(x, y).$$

II.

1. Si consideri l' equazione a derivate parziali del 1° ordine

$$F\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}\right) = 0 \tag{1}$$

dalla quale supporremo che si tragga

$$\frac{\partial z}{\partial x} = f\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial y}\right), \tag{2}$$

ovvero, come suole scriversi

$$p = f(x, y, z, q).$$

Se dalla 1) risolvendo rispetto alla $\frac{\partial z}{\partial x}$ si avessero più valori, ognuna delle equazioni 2) così ottenuta sarebbe, per lo scopo nostro, da considerarsi separatamente.

La $f(x, y, z, q)$ è funzione assolutamente continua per ogni sistema, o come suol dirsi, per ogni punto (x, y, z, q) sodisfacente alle limitazioni

$$x_0 \leq x \leq X_0$$
$$y_0 \leq y \leq Y_0$$
$$-Z_0 \leq z \leq Z_0$$
$$-Q \leq q \leq Q_0$$

nel quale dominio essa ha un massimo $\bar{f}$ dei suoi valori assoluti.

Sia data una curva continua

$$x = x_0, \quad z = \varphi_0(y)$$

con derivata $\varphi'_0(y)$ continua e sia inoltre soddisfatta la condizione

$$\left| \frac{\varphi'_0(y+h) - \varphi'_0(y)}{h} \right| < L$$

per ogni y e $y + h$ nell' intervallo

$$y_0 \leq y \leq Y_0 .$$

Tra M e $-M$ sia contenuta la $\varphi_0(y)$: tra M', e $-M'$ il massimo e il minimo della $\varphi'_0(y)$.

Dovrà essere, per lo scopo nostro

$$M < Z_0$$
$$M' < Q_0$$

affinchè la curva iniziale data rimanga, essa e la sua tangente, dentro estremi interni al dominio di continuità della $f(x, y, z, q)$: $Z_0 - M$ e $Q_0 - M'$ così saranno maggiori di un qualche numero determinato maggiore di zero.

Si divida il campo C di variabilità delle x ed y definito dalle disuguaglianze

$$x_0 \leq x \leq X_0$$
$$y_0 \leq y \leq Y_0$$

in mn rettangoli $\Delta x \Delta y$ con rette parallele agli assi x e y condotte rispettivamente pei punti

$$x = x_1, \; x_2, \ldots x_{n-1} \text{ tra } x_0 \text{ e } X_0$$

e pei punti

$$y = y_1, \; y_2, \ldots y_{m-1} \text{ tra } y_0 \text{ e } Y_0 .$$

Si costruisca una successione di funzioni

$$\varphi_0(y), \; \varphi_1(y), \; \varphi_2(y), \ldots$$

continue esse e le rispettive derivate

$$\varphi'_0(y)\,,\ \varphi'_1(y)\,,\ \varphi'_2(y)\,,\ldots$$

nell' intervallo $y_0, \ldots Y_0$, e i cui rapporti incrementati

$$\frac{\varphi'_s(y+h)-\varphi'_s(y)}{h}$$

siano pur sempre compresi tra $-L$ e L.

Le

$$\varphi_0(y)\,,\ \varphi_1(y)\,,\ \varphi_2(y)\,,\ldots$$

siano tutte comprese tra $-M_1$ e M_1, tali che sia

$$M \leq M_1 < Z_0\,;$$

$$\varphi'_0(y)\,,\ \varphi'_1(y)\,,\ \varphi'_2(y)\,,\ldots$$

siano comprese tra $-M'$ e M'_1, tali che

$$M' \leq M'_1 < Q_0\,:$$

le $\varphi_0(y)$, $\varphi_1(y), \ldots$ e le $\varphi'_0(y)$, $\varphi'_1(y), \ldots$ cadranno così sempre dentro estremi *interni* a quelli di continuità della $f(x, y, z, q)$.

Le $Z_0 - M_1$ e $Q_0 - M'_1$ saranno pure maggiori di qualche numero determinato maggiore di zero.

Tutto ciò è possibile in infiniti modi.

Costruiamo poi l' altra successione

$$\varphi_0(y)\,,\ \varphi_0(y)+(x_1-x_0)\varphi_1(y)\,,\ \varphi_0(y)+(x_1-x_0)\varphi_1(y)+(x_2-x_1)\varphi_2(y)\,,\ldots$$

che indicheremo rispettivamente con

$$\varphi_0(y)\,,\ \psi_1(y)\,,\ \psi_2(y)\,,\ldots$$

Si avrà

$$-M-(x_s-x_0)M_1 \leq \psi_s(y) \leq M+(x_s-x_0)M_1$$

e le $\psi_s(y)$ saranno tutte contenute nel campo di continuità della $f(x, y, z, q)$, se si avrà

$$X_0 - x_0 \leq \frac{Z_0 - d - M}{M_1}$$

d essendo un numero prefissato minore di $Z_0 - M_1$.

Le derivate

$$\varphi'_0(y)\,,\ \psi'_1(y)\,,\ \psi'_2(y)\,,\ldots$$

daranno

$$-M'-(x_s-x_0)M'_1 < \psi'_s(y) < M'+(x_s-x_0)M'_1$$

e per ragione analoga alla precedente dovrà aversi

$$X_0 - x_0 \leq \frac{Q_0 - d' - M'}{M'_1}$$

d' parimente numero determinato inferiore a $Q_0 - M'_1$.

Dimodochè $X_0 - x_0$ dovrà essere al più eguale al minore dei due numeri

$$\frac{Z_0 - d - M}{M_1}, \quad \frac{Q_0 - d' - M'}{M'_1}$$

i quali, se d e d' sono presi abbastanza piccoli, resultano rispettivamente maggiori dei numeri

$$\frac{Z_0 - M}{Z_0}, \quad \frac{Q_0 - M'}{Q_0}.$$

Prendendo dunque $X_0 - x_0$ eguale al minore di questi, che sono due numeri dati nelle condizioni iniziali, sono sicuramente sodisfatte le condizioni richieste per le

$$\varphi_0(y), \ \varphi_1(y), \ \varphi_2(y), \ldots$$

e le

$$\varphi_0(y), \ \psi_1(y), \ \psi_2(y), \ldots$$

le quali, inoltre, sono tutte egualmente continue in $y_0 \ldots Y_0$.

I rapporti incrementali

$$\frac{\psi'_s(y+h) - \psi'_s(y)}{h}$$

resultano poi tutti compresi fra

$$-L - (X_0 - x_0)L \qquad \text{e} \qquad L + (X_0 - x_0)L$$

cioè

$$-L(1 + X_0 - x_0) \qquad \text{e} \qquad L(1 + X_0 - x_0)$$

dove $X_0 - x_0$ ha il valore precedentemente fissato e quindi sono ugualmente continue anche le ψ'_s.

2. Degli mn rettangoli si incominci col considerare gli m che sono contenuti nella striscia tra le rette $x = x_0$ e $x = x_1$.

Sopra la curva iniziale $x = x_0$, $z = \varphi_0(y)$ si segnino i punti le cui coordinate sono

$$x_0, \ y_0, \ z_{0,0} = \varphi_0(y_0)$$

$$x_0, \ y_1, \ z_{0,1} = \varphi_0(y_1)$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$x_0, \ y_{m-1}, \ z_{0,m-1} = \varphi_0(y_{m-1})$$

e in essi si pensino alla curva stessa le tangenti; i coefficienti angolari saranno

$$q_{0,0} = \varphi'_0(y_0), \ q_{0,1} = \varphi'_0(y_1) \ldots q_{0,m-1} = \varphi'_0(y_{m-1}).$$

Indichino

$$p_{0,0}\,,\ p_{0,1}\,,\dots p_{0,m-1}$$

i valori nei punti anzidetti della

$$p=f(x\,,\,y\,,\,z\,,\,q)\,.$$

Si immaginino i piani

$$Z-\varphi_0(y_0)=(X-x_0)p_{0,0}+(Y-y_0)q_{0,0}$$
$$Z-\varphi_0(y_1)=(X-x_0)p_{0,1}+(Y-y_1)q_{0,1}$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$
$$Z-\varphi_0(_{m-1})=(X-x_0)p_{0,m-1}+(Y-y_{m-1})q_{0,m-1}\,.$$

Sopra il primo di questi piani si consideri il rettangolo avente per proiezione nel piano $(x\,,\,y)$ il 1° rettangolo contiguo alla $y=y_0$, della striscia: sopra il secondo piano similmente un rettangolo che copre il 2° dei rettangoli della striscia tra le $x=x_0$ e $x=x_1$, e così via.

Si costruisce a questo modo una superficie composta di m rettangoli giacenti in piani che, come dianzi è detto, resultano tangenti alla curva iniziale.

Questa superficie, in generale discontinua nel passaggio da un rettangolo a un' altro, ha le seguenti proprietà: in ogni punto ammette la derivata rispetto a x a destra, eccettuati i punti dei lati destri dei rettangoli che la compongono, e questa derivata ha per tutti i punti di uno stesso rettangolo uno stesso valore che è quello della $f(x\,,\,y\,,\,z\,,\,q)$ nel vertice sinistro inferiore del rettangolo medesimo. Ammette la derivata superiore in y, eccettuati i punti dei lati superiori dei singoli rettangoli, e questa derivata ha in tutti i punti di uno stesso rettangolo lo stesso valore ed è quello della $\varphi'_0(y)$, nel vertice sinistro inferiore del rettangolo considerato.

Queste derivate sono dunque funzioni determinate di $(x\,,\,y)$ in tutta la striscia compresa fra le rette $x=x_0$ e $x=x_1$, quest' ultima esclusa, ed esclusi altresì i punti della retta $y=Y_0$, le cui superficie rappresentative si compongono di m rettangoli giacenti in piani paralleli al piano $(x\,,\,y)$, situati da questo a distanze eguali ai valori della $\varphi'_0(y)$, e della $f(x\,,\,y\,,\,z\,,\,q)$ rispettivamente, nei vertici sinistri inferiori dei rettangoli componenti la superficie che si considera.

Infine, se con

$$\Sigma_{m,n}\,,\ D_x^+\Sigma_{m,n}\,,\ D_y^+\Sigma_{m,n}$$

si indicano la superficie costruita e le derivate a destra in x e quella superiore in y, si ha verificata l' equazione

$$D_x^+\Sigma_{m,n}=f(x\,,\,y\,,\,\Sigma_{m,n}\,,\,D_y^+\Sigma_{m,n})$$

in ognuno dei vertici

$$x_0y_0\,,\ x_0y_1\,,\ x_0y_2\,,\dots x_0y_{m-1}\,.$$

situati sulla $x=x_0$, $z=\varphi_0(y)$.

Si consideri poscia nel piano (x, y) la striscia tra le rette $x = x_1$, $x = x_2$ pure divisa in rettangoli con le rette $y = y_0, y_1, \ldots y_{m-1}$: assumendo qui la curva $x = x_1$, $z = \psi_1(y)$ come curva iniziale, operando come dianzi si è fatto con la $x = x_0$, $z = \psi_0(y)$ si costruisce una seconda superficie, o meglio una seconda zona di superficie resultante di m rettangoli giacenti in piani condotti tangenzialmente alla curva $x = x_1$, $z = \psi_1(y)$, e dotati di proprietà interamente analoghe a quelle riconosciute nella prima zona.

Così proseguendo a operare con le successive curve

$$x = x_2, \; z = \psi_2(y), \ldots$$

$$\cdots\cdots\cdots$$

$$x = x_{n-1}, \; z = \psi_{n-1}(y)$$

si perverrà a costruire una superficie resultante di mn rettangoli, in generale con distacco dall' uno all' altro: superficie che indicheremo con

$$\Sigma_{m,n} = \Sigma_{m,n}(x, y),$$

e della quale occorre fissare il valore lungo le linee di discontinuità.

Lungo una delle rette

$$y = y_0, \; y_1, \ldots y_{m-1}$$

riguarderemo come valore della $\Sigma_{m,n}(x, y)$ le ordinate z dei punti sui lati inferiori dei rettangoli che la costituiscono.

Solo sulla retta $y = Y_0$ i valori della $\Sigma_{m,n}(x, y)$ saranno le ordinate dei punti appartenenti ai lati superiori dei detti rettangoli.

Parimente se si fissa una delle rette $x = x_s$, riguarderemo come valori in essa dalla $\Sigma_{m,n}(x, y)$ quelli corrispondenti ai lati sinistri dei rettangoli anzidetti, eccezione fatta per la $x = X_0$. Si può anche dire così: ogni lato di uno degli mn rettangoli segnati nel piano (x, y) si consideri come doppio, o meglio in ogni lato si distinguano due orli: se si tratta di un lato parallelo all' asse y il sinistro e il destro, se si tratta di un lato parallelo all' asse x l' inferiore e il superiore: noi qui terremo conto dell' orlo destro nel primo caso e dell' orlo superiore nel secondo, eccezione fatta per le rette $x = X_0$ e $y = Y_0$.

Riassumiamo le proprietà della

$$\Sigma_{m,n} = \Sigma_{m,n}(x, y).$$

Ammette in ogni punto determinata e finita la derivata parziale in x a destra

$$\lim_{\Delta x = +0} \frac{\Sigma_{m,n}(x + \Delta x, y) - \Sigma_{m,n}(x, y)}{\Delta x} = D_x^+ \Sigma_{m,n}(x, y) = p_{s,r}$$

$$= f(x_s, y_r, \psi_s(y_r), \psi_s'(y_r))$$

se il punto (x, y) è un punto appartenente al rettangolo il cui vertice sinistro inferiore è (x_s, y_r). Ammette pure la derivata parziale in y superiore

$$\lim_{\Delta y = +0} \frac{\Sigma_{m,n}(x, y + \Delta y) - \Sigma_{m,n}(x, y)}{\Delta y} = D_y^+ \Sigma_{m,n}(x, y) = q_{s,r} = \psi'_s(y_r)$$

se (x, y) appartiene al rettangolo col vertice sinistro inferiore nel punto (x_s, y_r).

Infine, negli mn vertici

$$\begin{array}{l} x_0 y_0, \; x_1 y_0, \ldots x_{n-1}, \; y_0 \\ x_0 y_1, \; x_1 y_1, \ldots x_{n-1}, \; y_1 \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ x_0 y_{m-1}, \; x_1 y_{m-1}, \ldots x_{n-1}, \; y_{m-1} \end{array}$$

è, per costruzione, soddisfatta l' equazione

$$D_x^+ \Sigma_{m,n}(x, y) = f\big(x, y, \Sigma_{m,n}(x, y), D_y^+ \Sigma_{m,n}(x, y)\big),$$

3. Determiniamo l' oscillazione delle funzioni

$$\Sigma_{m,n}(x, y), \; D_x^+ \Sigma_{m,n}(x, y), \; D_y^+ \Sigma_{m,n}(x, y)$$

in una determinata parte qualsiasi ω del campo

$$\begin{array}{c} x_0 \leq x \leq X_0 \\ y_0 \leq y \leq y_0. \end{array}$$

Tra le rette

$$x = x_0, \; x_1, \ldots x_{n-1}$$

siano le

$$x = x_s, \; x = x_{s+p}$$

le più prossime al contorno di ω, ma che non attraversano la parte ω : similmente tra le

$$y = y_0, \; y_1, \; y_2, \ldots y_{m-1}$$

le analoghe sieno

$$y = y_t, \; y = y_{t+r}$$

in modo chè la parte ω sia contenuta nel rettangolo c limitato dalle quattro rette

$$x = x_s, \; x = x_{s+p}, \; y = y_t, \; y = y_{t+r}.$$

I valori

$$\begin{array}{l} \Sigma_{m,n}(x_s, y_t), \ldots \Sigma_{m,n}(x_{s+p}, y_t) \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \Sigma_{m,n}(x_s, y_{t+r}), \ldots \Sigma_{m,n}(x_{s+p}, y_{t+r}) \end{array}$$

che la $\Sigma_{m,n}(x, y)$ prende nei vertici inferiori sinistri dei rettangoli $\Delta x \Delta y$ contenuti in c, coincidono per costruzione, coi valori

$$\begin{array}{c} \psi_s(y_t), \dots \psi_{s+p}(y_t) \\ \dots\dots\dots\dots \\ \psi_s(y_{t+r}), \dots \psi_{s+p}(y_{t+r}) \end{array}$$

epperò il massimo della $\Sigma_{m,n}(x, y)$ in c sarà uno di questi p. es. $\psi_{s+p-1}(y_{t+r-1})$ aumentato al più di

$$(Q_0 - d')(y_{t+r} - y_{t+r-1}) + \overline{f}.(x_{s+p} - x_{s+p-1})$$

poichè è sempre

$$-(Q_0 - d') < \psi'_s < Q_0 - d' ;$$

il minimo sarà pure uno di quelli, p. es. $\psi_s(y_t)$ diminuito al più di

$$(Q_0 - d')(y_{t+1} - y_t) + \overline{f}.(x_{s+1} - x_s) ;$$

dimodochè, tenuto conto degli estremi precedentemente dati $-(Z_0 - d)$ e $Z_0 - d$ per la totalità dei valori delle $\psi_s(y)$, se le differenze $x_g - x_{g-1}$ e $y_h - y_{h-1}$ saranno abbastanza piccole, sarà

$$\overline{f}.(x_g - x_{g-1}) + (Q_0 - d')(y_h - y_{h-1})$$

minore di d, e quindi qualunque valore della $\Sigma_{m,n} = \Sigma_{m,n}(x, y)$, quando m e n sono abbastanza grandi, finirà col rimanere compreso fra $-Z_0$ e Z_0.

Inoltre la oscillazione della $\Sigma_{m,n}(x, y)$ in c sarà al più

$$\begin{aligned} D_c\Sigma_{m,n}(x, y) = {} & \psi_{s+p-1}(y_{t+r-1}) + (Q_0 - d')(y_{t+r} - y_{t+r-1}) + \overline{f}.(x_{s+p} - x_{s+p-1}) - \\ & - \psi_s(y_t) + (Q_0 - d')(y_{t+1} - y_t) + \overline{f}.(x_{s+1} - x_s) = \\ = {} & \psi_{s+p-1}(y_{t+r-1}) - \psi_{s+p-1}(y_t) + \psi_{s+p-1}(y_t) - \psi_s(y_t) \\ & + (Q_0 - d') \{ y_{t+r} - y_{t+r-1} + y_{t+1} - y_t \} + \\ & + \overline{f}. \{ x_{s+p} - x_{s+p-1} + x_{s+1} - x_s \} . \end{aligned}$$

Ma è

$$\psi_{s+p-1}(y_t) - \psi_s(y_t) = (x_{s+1} - x_s)\varphi_{s+1}(y_t) + \dots + (x_{s+p-1} - x_{s+p-2})\varphi_{s+p-1}(y_t)$$

e quindi

$$| \psi_{s+p-1}(y_t) - \psi_s(y_t) | \leq M_1 \{ x_{s+p-1} - x_s \} :$$

inoltre

$$\psi_{s+p-1}(y_{t+r-1}) - \psi_{s+p-1}(y_t) = (y_{t+r-1} - y_t)\psi'_{s+p-1}(y_t + (y_{t+r-1} - y_t).\theta)$$

dove θ indica compreso un numero tra 0 e 1; e così

$$\alpha) \qquad D_c \Sigma_{m,n}(x, y) \leq Q_0(y_{t+r-1} - y_t) + Q_0 \{ y_{t+r} - y_{t+r-1} + y_{t+1} - y_t \} \\ + M_1 (x_{s+p-1} - x_s) \\ + \bar{f}.(x_{s+p} - x_{s+p-1} + x_{s+1} - x_s):$$

i termini del 2° membro si riducono tutti piccoli a piacere, se sono abbastanza piccole $y_{t+r} - y_t$ e $x_{s+p} - x_s$: il che porta bene che lo siano anche $x_{s+p} - x_{s+p-1}$ e $x_{s+1} - x_s$ ed anche $y_{t+1} - y_t$ e $y_{t+r-1} - y_t$; ma $y_{t+r-1} - y_t$ e $x_{s+p} - x_s$ sono le dimensioni del minimo rettangolo che contiene c: l' oscillazione della $\Sigma_{m,n}(x, y)$ è dunque piccola come si vuole se è piccolo c, perchè, in tal caso, prendendo abbastanza grandi m e n, mentre Δx e Δy si prendono abbastanza piccoli, si rende anche piccolo, in corrispondenza, il minimo rettangolo che lo contiene.

Vediamo l' oscillazione della $D_y^+ \Sigma_{m,n}(x, y)$.

I valori di questa coincidono coi valori della $\psi_h'(y)$ nei vertici sinistri inferiori dei rettangoli, che coprono c e precisamente coi valori

$$\psi_s'(y_t), \ldots \psi_{s+p-1}'(y_t)$$
$$\cdots\cdots\cdots$$
$$\psi_s'(y_{t+r-1}), \ldots \psi_{s+p-1}'(y_{t+r-1}):$$

la differenza qui tra il massimo e il minimo sarà ad es.

$$\beta) \qquad \psi_{s+p-1}'(y_{t+r-1}) - \psi_s'(y_t) = \\ = \psi_{s+p-1}'(y_{t+r-1}) - \psi_{s+p-1}'(y_t) + \psi_{s+p-1}'(y_t) - \psi_s'(y_t).$$

È

$$\psi_{s+p-1}'(y_t) - \psi_s'(y_t) = (x_{s+1} - x_s)\varphi_{s+1}'(y_t) + \ldots + (x_{s+p-1} - x_{s+p-2})\varphi_{s+p-1}'(y_t)$$

donde

$$| \psi_{s+p-1}'(y_t) - \psi_s'(y_t) | \leq M_1'(x_{s+p-1} - x_s);$$

inoltre

$$| \psi_{s+p-1}'(y_{t+r-1}) - \psi_{s+p-1}'(y_t) | \leq | y_{t+r-1}) - y_t | L(1 + X_0 - x_0)$$

e così

$$\beta) \, | \psi_{s+p-1}'(y_{t+r-1} - \psi_s'(y_t) | \leq | y_{t+p-1} - y_t | L(1 + X_0 - x_0) + M_1' | x_{s+p-1} - x_s |:$$

resulta con ciò evidente che se sono abbastanza piccole le differenze $x_{s+p-1} - x_s$, $y_{t+r-1} - y_t$, sicuramente è pure piccola come vuolsi l' oscillazione della $D_y^+ \Sigma_{m,n}(x, y)$.

I valori della $D_x^+ \Sigma_{m,n}(x, y)$, nei vertici già menzionati, sono i valori

$$f(x_s, y_t, \psi_s(y_t), \psi_s'(y_t)) \ldots f(x_{s+p-1}, y_t, \psi_{s+p-1}(y_t), \psi_{s+p-1}'(y_t))$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$f(x_s, y_{t+r-1}, \psi_s(y_{t+r-1}), \psi_s'(y_{t+r-1})) \ldots f(x_{s+p-1}, y_{t+r-1}, \psi_{s+p-1}(y_{t+r-1}), \psi_{s+p-1}'(y_{t+r-1}))$$

e l' oscillazione sarà ad es.:

$$\gamma) \qquad f(x_{s+p-1}, y_{t+r-1}, \psi_{s+p-1}(y_{t+r-1}), \psi'_{s+p-1}(y_{t+r-1})) - f(x_s, y_t, \psi_s(y_t), \psi'_s(y_t)).$$

Ma la $f(x, y, z, q)$ è funzione assolutamente continua degli argomenti x, y, z, q: l' oscillazione di essa in c si può dunque far piccola come si vuole in corrispondenza alla piccolezza delle oscillazioni degli argomenti medesimi in c; cioè l' oscillazione della $f(x, y, \psi, \psi')$ dipende dalle differenze

$$x_{s+p-1} - x_s, \; y_{t+r-1} - y_t, \; \psi_{s+p-1}(y_{t+r-1}) - \psi_s(y_t)$$
$$\psi'_{s+p-1}(y_{t+r-1}) - \psi'_s(y_t),$$

e queste, come già si è veduto, si rendono sempre piccole a piacere, colla piccolezza del rettangolo contenente c.

4. Ciò stabilito, si considerino successive divisioni del campo

$$x_0 \leq x \leq X_0$$
$$y_0 \leq y \leq Y_0$$

in rettangoli $\Delta x \Delta y$, ottenute via via con una determinata legge: ad es. per fissare le idee, si possono immaginare le ripartizioni in rettangoli mediante divisione degli intervalli $x_0 - X_0$, $y_0 - Y_0$ in $2, 4, 8, \ldots$ parti eguali: e a ciascuna ripartizione la corrispondente superficie $\Sigma_{m,n}(x, y)$; cioè formiamo la successione delle superficie

$$\delta) \qquad \Sigma_{2,2}(x, y), \; \Sigma_{4,4}(x, y) \ldots.$$

Sia σ un numero positivo prefissato piccolo a piacere. Dei numeri Z_0, Q_0, $\overline{f}$ il massimo sia G: prendendo piccole abbastanza le anzidette $x_p - x_q$ e $y_r - y_s$ si potrà sempre ottenere

$$G \{ 2(x_p - x_q) + 2(y_r - y_s) \} < \sigma.$$

Sia c un' area qualsiasi, suscettibile di essere contenuta in un rettangolo avente per dimensioni rispettive quelle $x_p - x_q$, $y_r - y_s$.

Si pensino le successive ripartizioni dianzi dette e le corrispondenti superficie $\Sigma_{m,m}$: si perverrà a una ripartizione siffatta, che l' area c cadrà dentro uno dei rettangoli che costituiscono questa ripartizione, ovvero, dentro un rettangolo composto di parecchi di questi, e le cui dimensioni non superano le $x_p - x_q$, $y_r - y_s$ soddisfacenti alla disuguaglianza precedente.

La $\Sigma_{m,m}$ come anche *tutte le successive* $\Sigma_{2m,2m}, \ldots$ fanno in c un' oscillazione minore di σ: per la proposizione 2 (par. 1) esse ammettono dunque una o più funzioni limiti continui: una di queste, la indicheremo con $\Sigma_0(x, y)$, e ad essa convergerà in egual grado una successione estratta dalla δ), ovvero questa medesima.

Si vede bene che la $\Sigma_0 = \Sigma_0(x, y)$ per $x = x_0$ si riduce alla $z = \varphi_0(y)$: giacchè

le successive $\Sigma_{m,m}$, $\Sigma_{2m,2m}, \ldots$ (*) toccano la $z = \varphi_0(y)$ rispettivamente in m, $2m, \ldots$ punti uniformemente distribuiti.

In corrispondenza alla successione delle

$$\Sigma_{m,m}, \quad \Sigma_{2m,2m}, \ldots$$

abbiamo la successione delle

$$D_y^+ \Sigma_{m,m}, \quad D_y^+ \Sigma_{2m,2m}, \ldots$$

e l' altra delle

$$D_x^+ \Sigma_{m,m}, \quad D_x^+ \Sigma_{2m,2m}, \ldots$$

e per quanto si è detto prima circa le $D_y^+ \Sigma_{m,m}$, e $D_x^+ \Sigma_{m,m}$, le due successioni convergeranno in *egual grado* a funzioni limiti *continue* $\Sigma_0^{(y)}$ e $\Sigma_0^{(x)}$.

Ricordiamo il teorema: *se* $S_1(x)$, $S_2(x), \ldots S_m(x), \ldots$ *sono funzioni continue in un intervallo* $a \ldots b$ *e se è, per ogni* x, $\lim_{m=\infty} S_m(x) = S_0(x)$ *e* $S_0(x)$ *è finita: se esistono le derivate* $S_1'(x)$, $S_2'(x), \ldots S_m'(x) \ldots$ *determinate e finite in ogni punto* x, *e se* $S_m'(x)$, *col crescere di* m, *converge in egual grado ad una funzione* $T_0(x)$, *sicuramente è*

$$T_0(x) = S_0'(x).$$

Qui ci occorre dare una facile estensione.

Le $S_1'(x)$, $S_2'(x), \ldots S_m'(x), \ldots$ esistano in $a \ldots b$ in ogni punto, ad eccezione di un numero finito di punti per ognuna di esse, il quale numero finito possa però crescere indefinitamente col crescere di m. Nei punti dove non esiste la derivata ordinaria di $S_m(x)$, esista però la derivata a destra (**) determinata e finita: e così per $S_m'(x)$ intenderemo ora che essa sia in ogni punto x la derivata ordinaria determinata e finita di $S_m(x)$, tranne in alcuni punti in numero finito per ogni valore di m; nei quali essa invece significa la derivata a destra. Tenuta ferma la condizione della convergenza in egual grado della $S_m'(x)$ così definita, si dimostra che *la funzione limite* $T_0(x)$ *è, in ogni punto* x, *la derivata a destra della* $S_0(x)$.

Si ha,

$$(1) \quad \frac{S_0(x+h) - S_0(x)}{h} = \frac{S_m(x+h) - S_m(x)}{h} + \\ + \frac{\big(S_{m+p}(x+h) - S_m(x+h)\big) - \big(S_{m+p}(x) - S_m(x)\big)}{h} + \\ + \frac{R_{m+p+1}(x+h) - R_{m+p+1}(x)}{h}$$

essendo

$$R_m(x) = S_0(x) - S_m(x).$$

(*) Per semplicità di scrittura prendiamo che sia la stessa successione δ) che converge alla unica $\Sigma_0(x, y)$.

(**) Si potrebbe supporre quella a sinistra.

Si fissi il solito numero σ piccolo a piacere: si troverà un intero m tale che per qualunque x sia

$$| T_0(x) - S'_m(x) | < \sigma ;$$

Ora fissato un punto x si può trovare un suo intorno a destra tale che per $x + h$ preso in essa sia

$$\left| \frac{S_m(x+h) - S_m(x)}{h} - S'_m(x) \right| < \sigma .$$

Inoltre, si osservi che se una funzione $\theta(x)$ manca di derivata ordinaria solo in r punti $x_1, x_2 \ldots . x_r$ di $a \ldots . b$, si avrà, anche se a e b sono fra essi:

$$\theta(x_1) - \theta(a) = (x_1 - a)\theta'(a + \eta(x_1 - a) \qquad \text{con } \theta < \eta < 1$$

$$\theta(x_2) - \theta(x_1) = (x_2 - x_1)\theta'(x_1 + \eta'(x_2 - x_1)) \qquad \text{con } 0 < \eta < 1$$

$$\theta(x_3) - \theta(x_2) = (x_3 - x_2)\theta'(x_2 + \eta''(x_3 - x_2))$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\theta(b) - \theta(x_r) = (b - x_r)\theta'(x_r + \eta^{(r)}(b - x_r))$$

donde

$$\theta(b) - \theta(a) = (b - a)\left\{ \frac{x_1 - a}{b - a}\theta'(a + \eta(x_1 - a)) + \ldots + \frac{b - x_r}{b - a}\theta'(x_r + \eta^{(r)}(b - x_r) \right\}$$

ma è

$$\frac{x_1 - a}{b - a} + \ldots . + \frac{b - x_r}{b - a} = 1$$

quindi

$$\frac{\theta(b) - \theta(a)}{b - a}$$

ha un valore compreso fra il massimo e il minimo dei valori della $\theta'(x)$.

In virtù di questa osservazione il termine

$$\frac{(S_{m+p}(x+h) - S_m(x+h)) - (S_{m+p}(x) - S_m(x))}{h}$$

qualunque siano m ed $m + p$ avrà sempre un valore compreso tra il massimo e il minimo di quelli che assume la

$$S'_{m+p}(x) - S'_m(x)$$

e poichè questa, a cagione della convergenza in egual grado, è compresa tra -2σ e 2σ, altrettanto accadrà dal rapporto precedente.

Per il valore x che si considera e per ogni h fissato, prendendo p abbastanza grande, possono poi rendersi ognuno, minore di σ, i due termini

$$\frac{R_{m+p+1}(x+h)}{h}, \quad \frac{R_{m+p+1}(x)}{h}$$

e così anche il terzo termine dell' eguaglianza 1) minore, in valore assoluto di 2σ.

Resulta infine che tutto il secondo membro della 1) per h abbastanza piccolo e *positivo* differisce dalla $T_0(x)$ per meno di 6σ.

È dunque provato che in ogni punto x si ha

$$T_0(x) = \lim_{h=+0} \frac{S_0(x+h - S_0(x)}{h}.$$

Del resto potevamo anche, più rapidamente, valerci di qualcuno dei teoremi che il Dini dà alla pag. 112, 113 dei suoi *Fondamenti* quando nelle ipotesi vi si introducono le opportune lievissime modificazioni.

Tutto questo trova applicazione al caso che ci interessa.

Le

$$D_x^+ \Sigma_{m,\,m}, \; D_x^+ \Sigma_{2m,\,2m}, \ldots$$

sono, come subito si vede, derivate ordinarie, eccezione fatta per $m, 2m, \ldots$ punti rispettivamente, nei quali sono derivate a destra: altrettanto dicasi delle

$$D_y^+ \Sigma_{m,m}, \; D_y^+ \Sigma_{2m,2m}, \ldots$$

Le funzioni limiti

$$\Sigma_0^x, \; \Sigma_0^y, \ldots$$

sono dunque le derivate a destra in ogni punto, eccettuati, ben inteso, i punti delle rette estreme $x = X_0$, $y = Y_0$; ma Σ_0^x e Σ_0^y sono funzioni continue in tutto il campo: esse dunque (Dini, Fondamenti pag. 196, 197) sono le derivate ordinarie in x e in y finite e continue della $\Sigma_0(x, y)$.

Osserviamo infine che come la successione delle

$$D_x^+ \Sigma_{m,m}, \; D_x^+ \Sigma_{2m,2m}, \ldots$$

converge in egual grado alla funzione continua $\Sigma_0^{(x)}(x, y) = \dfrac{\partial \Sigma_0(x, y)}{\partial x}$ così l' altra

$$f(x, y, \Sigma_{m,m}(x, y), D_y^+ \Sigma_{m,m}(x, y)), \; f(x, y, \Sigma_{2m,2m}(x, y), D_y^+ \Sigma_{2m,2m}(x, y)), \ldots$$

. . . .

per la proposizione 7 (par. 1) converge in egual grado alla funzione continua

$$f(x, y, \Sigma_0(x, y), \Sigma_0^{(y)}(x, y)) = f\left(x, y, \Sigma_0(x, y), \frac{\partial \Sigma_0(x, y)}{\partial y}\right):$$

se si tien conto poi che in m^2 punti si ha

$$D_x^+ \Sigma_{m,m} = f(x, y, \Sigma_{m,m}, D_y^+ \Sigma_{m,m}),$$

in $4m^2$ si ha

$$D_x^+ \Sigma_{2m,2m} = f(x, y, \Sigma_{2m,2m}, D_y^+ \Sigma_{2m,2m})$$

. . . .

e così via, e che gli m^2, $4m^2, \ldots$ punti sono nel campo distribuiti uniformemente, per la proposizione 8 (par. 1) si conclude che è in ogni punto (x, y)

$$\frac{\partial \Sigma_0(x, y)}{\partial x} = f\left(x, y, \Sigma_0(x, y), \frac{\partial_0(x\Sigma, y)}{\partial y}\right).$$

L' esistenza della funzione atta a soddisfare l' equazione proposta è così pienamente dimostrata.

Osserv. I. - Nella varietà delle

$$\delta) \qquad \Sigma_{2,2}, \ \Sigma_{4,4}, \ \Sigma_{8,8}, \ldots$$

si voglia sceverare una successione che converge a *una* delle funzioni limiti continue, se ve ne sono più.

Si può seguire il procedimento tenuto nella dimostrazione del teorema generale al par. 1.

Sia fissato un numero positivo σ e il conseguente raggio r del cerchio, dentro il quale le funzioni oscillano al più per σ : quelle tra esse che differiscono, ognuna da ognuna delle altre per più di σ in qualche punto, sono in *numero finito* p dipendente dalle dimensioni del campo in cui sono contenute le funzioni della varietà e dai numeri σ e r.

Si scelga un gruppo formato da p funzioni cosifatte. Allora dentro i p intorni di ampiezza 4σ, determinati per queste, cadono tutte le funzioni della varietà : si consideri uno di questi intorni che ne contiene infinite e per tale intorno si proceda, mediante un numero $\frac{\sigma}{2}$ preso in posto di σ, come si è fatto per l' intiero campo.

Così, nei successivi intorni contenuti ognuno nel precedente, prendendo una delle funzioni, ad es. quella col più piccolo indice, si ottiene una determinata successione che sicuramente converge in egual grado ad una unica funzione limite continua.

A questo scopo è utile osservare che se le funzioni, diremo così, iniziali

$$\varphi_0(y), \ \varphi_1(y), \ \varphi_2(y), \ldots$$

che sono egualmente continue, insieme con le loro derivate, sono scelte in modo da ammettere una unica funzione limite, anche le altre

$$\varphi_0(y), \ \psi_1(y), \ \psi_2(y), \ldots$$

convergeranno ad un' unica funzione limite : e allora le funzioni

$$\Sigma_{2,2}, \ \Sigma_{4,4}, \ \Sigma_{8,8}, \ldots$$

convengono pure ad un' unica funzione limite continua.

Ciò non è difficile a dimostrare.

Osserv. II. - Di funzioni integrali soddisfacenti all' equazione proposta ve ne siano due

$$Z_1 = Z_1(x, y), \quad Z_2 = Z_2(x, y):$$

esse passano per la curva $x = x_0$, $Z = \varphi_0(y)$: nella regione compresa tra esse si consideri una curva $x = x_1$, $z = \theta(y)$, con $\theta'(y)$ funzione continua e

$$\left| \frac{\theta'(y + h) - \theta'(y)}{h} \right| < L.$$

Per questa curva, come curva iniziale, si potrà far passare una superficie $\Sigma'(x, y)$ che sodisfa all' equazione proposta.

Essendo $x_0 < x_1 < X_0$, questa superficie integrale si estenderà dalle due parti rispetto al piano $x = x_1$. O essa passerà per la curva $x = x_0$, $z = \varphi_0(y)$ per tutto il tratto $y_0 \dots Y_0$, ovvero, la incontrerà solo per una parte ad es. $y_0 \dots y_1$ di $y_0 \dots Y_0$, e per y tra y_1 e Y_0 incontrerà la $Z_1 = Z_1(x, y)$ secondo una certa curva continua, e a partire da questo tratto di curva sino alla $x = x_0$, $z = \varphi_0(y)$ pel tratto $y_1 \dots Y_0$ si potrà intendere continuata la superficie $\Sigma'(x, y)$ col pezzo appartenente alla $Z = Z_1(x, y)$; e la superficie così composta sarà pur sempre una superficie integrale passante per la curva $x = x_0$, $z = \varphi_0(y)$. La regione fra le due $Z = Z_2(x, y)$, e $Z = Z_2(x, y)$ si può dunque riguardare come piena di superficie integrali passanti per la curva iniziale data. Per $Z_1(x, y)$ e $Z_2(x, y)$ si possono prendere rispettivamente la funzione che è il limite superiore della totalità delle funzioni soddisfacenti alla 1), e l' altra che ne è il limite inferiore; le quali sono pure soluzioni della equazione proposta.

Su questo ritornerò nella prossima nota.

SULLE
EQUAZIONI FUNZIONALI LINEARI

NOTA

DEL

PROF. SALVATORE PINCHERLE

(letta nella Sessione dell' 11 Febbraio 1906)

I problemi d'inversione degli integrali definiti hanno, tanto per l'analisi pura che per le applicazioni, una importanza su cui non è più duopo di insistere. Da alcuni anni, in seguito a lavori del VOLTERRA e più recentemente del FREDHOLM e dell'HILBERT — per ricordare solo i principali — lo studio di codesti problemi ha ricevuto un impulso notevole. Le equazioni cui questi studî si riferiscono sono quelle della forma

$$(a) \qquad \int \alpha(x, t)\varphi(t)dt = f(x),$$

e

$$(b) \qquad \varphi(x) - k\int \alpha(x, t)\varphi(t)dt = f(x),$$

dette rispettivamente dall'HILBERT *equazioni integrali lineari di prima e di seconda specie*. In queste equazioni, $f(x)$ è la funzione data, $\varphi(t)$ la funzione incognita da determinarsi; per la funzione $\alpha(x, t)$, che definisce l'operazione da eseguire, ho proposto già da tempo (*) il nome di *funzione caratteristica*.

Le equazioni (a) e (b) danno luogo, nel campo reale, a due casi, secondo che i limiti dell'integrazione sono dipendenti da x (caso di VOLTERRA (**)) o fissi (caso di FREDHOLM (***)). Vi è poi a considerare il campo complesso, o in genere il caso in cui il campo di variabilità di x non coincide colla linea d'integrazione, e che si distingue essenzialmente dei precedenti. In ogni caso, hanno importanza le seguenti domande :

(*) *Acta Math.*, T. I, p. 156, (1887). L'HILBERT (Götting. *Nachrichten*, 1904, Heft. 1, p. 62), dà a questa funzione, che egli ammette generalmente simmetrica in x e t, il nome di perno (Kern). Cfr. E. SCHMIDT, Inaug. Diss., Göttingen 1905.

(**) *Atti della R. Accad. di Torino*, quattro note (1895-96). *Rend. della R. Accad. dei Lincei*, 8 e 15 marzo 1896. *Ann. di Mat.*, S. II, T. 25, p. 159 (1897).

(***) *Acta Math.*, T. XXVII, p. 365 (1903).

per quali classi lineari di funzioni φ i primi membri delle equazioni (a) e (b) hanno significato?

quale insieme per la funzione $f(x)$ corrisponde, in forza delle relazioni (a) o (b), alle funzioni $\varphi(t)$ appartenenti ad un insieme dato?

e, in seguito a queste, in quale insieme va scelta $f(x)$ se si vuole che le dette equazioni abbiano una, o più, soluzioni?

Simili domande mettono in chiaro la necessità di considerare, accanto alle equazioni, anche le operazioni funzionali espresse dai primi membri delle (a) e (b): nello stesso modo che per la risoluzione di un' equazione

$$f(x) = a$$

è opportuno di conoscere, in precedenza, le proprietà della funzione $f(x)$. Queste proprietà possono essere di grandezza o di forma, di natura quantitativa o qualitativa: prevalenti le prime nel campo reale, le seconde nella considerazione di operazioni applicate a funzioni analitiche. Alle prime è da ascriversi la continuità, come è definita ad esempio dall' HADAMARD (*); alle seconde i teoremi di CAUCHY sugl' integrali curvilinei, lo studio delle funzioni determinanti (**), ecc. I due punti di vista hanno importanza diversa nei diversi ordini di questioni, ma non si può dire che l' uno soverchi l' altro: essi possono giovarsi a vicenda, come a vicenda si giovano la teoria delle funzioni analitiche e quella delle funzioni di variabile reale.

La proprietà essenziale della operazioni espresse dai primi membri delle (a) e (b) è quella di essere distributive — o lineari — rispetto all' elemento variabile $\varphi(t)$. Indicando con A un' operazione distributiva generica, quelle equazioni rientrano nei tipi

$$(c) \qquad A(\varphi) = f, \qquad \varphi - kA(\varphi) = f,$$

ai quali si aggiungerebbero facilmente tipi più generali; daremo loro il nome di equazioni funzionali lineari.

A proposito del doppio punto di vista, qualitativo e quantitativo, sotto cui si possono studiare le operazioni distributive, torna acconcia una osservazione. Sotto al primo punto di vista, ha grandissima importanza l' operazione di derivazione, che si può riguardare come elemento costitutivo del calcolo di codeste operazioni: tanto che quel calcolo si può ritenere generato, per così dire, dall' aggiunzione dell' operazione D di derivazione alle operazioni del calcolo algebrico elementare. Le operazioni distributive di carattere più elementare sono, sotto a questo punto di vista, le forme differenziali, la cui teoria presenta notoriamente le più strette analogie con quelle delle funzioni razionali intere; le serie di potenze di D, loro immediata generalizzazione, servono poi a dare l' espressione generale delle operazioni distributive applicabili a tutte le funzioni analitiche di un campo, mentre esse presentano sulle ordinarie serie di potenze della teoria delle funzioni, il vantaggio di possedere sempre un campo di

(*) *Comptes Rendus*, 9 février 1903.

(**) V. la mia memoria: Sur les fonctions déterminantes, *Ann. de l'Éc. Normale supérieure*, S. III, T. XXI, p. 9 (1905).

convergenza [(*)]. Invece, nelle considerazioni di indole quantitativa, è minore questa importanza; ad esempio, l'operazione D stessa non gode necessariamente della continuità, e quindi, nella nomenclatura dell' HADAMARD, non le competerebbe il nome di operazione lineare, nome con cui questo Autore ha creduto di dovere distinguere le operazioni continue. Questa restrizione non scema certamente l'ufficio fondamentale dell' operazione D nello studio qualitativo e nella classificazione delle operazioni distributive: nel quale ordine di idee è più limitata invece l'importanza del concetto di continuità.

Le operazioni funzionali distributive stanno a rappresentare l'estensione, al campo trascendente, delle omografie di uno spazio lineare ad n dimensione. In questo ordine di idee, un insieme di infinite funzioni, quale ad esempio la totalità delle funzioni analitiche regolari nell' intorno di uno stesso punto, può riguardarsi come la realizzazione dello spazio generale del VERONESE; ogni operazione lineare definita per questo spazio si riduce, per il caso di un insieme lineare ad n dimensioni contenuto nello spazio medesimo, ad una ordinaria omografia. L'analogia che ne risulta fra il problema algebrico ed il trascendente potrà essere utile guida nello studio delle equazioni funzionali quali le precedenti; così, la prima delle (c) s'interpreterá come ricerca dell' inversa della omografia A; la seconda delle (c) come determinazione delle inverse delle omografie del fascio $1 - kA$. Codesta analogia è utile, in particolare, nello studio tanto essenziale degli elementi invarianti (radici dell' equazione $\varphi - kA(\varphi) = 0$) in spazî sovrapposti; è allo scopo di mantenerla che ho convenuto, in lavori anteriori, di rappresentare il soggetto φ ed il risultato $A(\varphi)$ come funzioni di una medesima lettera [(**)]: convenzione che, del resto, non ha nulla di necessario.

In questa nota, mi sono proposto di ricercare il legame che i metodi di risoluzione dell' equazione (b) dati dal LE ROUX, dal VOLTERRA [(***)], dal PICARD [(****)], e dal FREDHOLM hanno di comune fra di loro e colla teoria generale delle operazioni lineari. Codesto legame, come si vedrà, è posto chiaramente in luce dall'uso metodico dei simboli operatorì, che mostrerà una volta di più il vantaggio che offre l' impiego delle serie di potenze di tali simboli. Risulterà ancora evidente l'importanza degli elementi invarianti dell' operazione — punti uniti dell' omografia — il cui ufficio non era stato reso manifesto dagli Autori fin qui citati, ad eccezione dell' HILBERT [(*****)]; la presenza di questi elementi vale ad interrompere la convergenza delle serie suddette, nello stesso modo che la presenza di un polo interrompe quella di una ordinaria serie di potenze. Infine, mentre nei casi trattati dagli accennati Autori codesti elementi invarianti formano un sistema discreto, si danno campi funzionali nei quali essi possono costituire invece insieme continui: proprietà che differenzia in modo essenziale il caso trascendente da quello delle omografie negli spazî ad un numero finito di dimensioni.

(*) PINCHERLE e AMALDI: Le operazioni distributive ecc., p. 90. (Bologna, 1901).

(**) Ciò, a proposito di una osservazione di HADAMARD nella citata nota dei *Comptes Rendus*.

(***) *Ann. de l'Éc. Normale* S. III, T. XII, p. 244 (1895). Questo A. risolve propriamente il problema dell' inversione d'integrale fra limiti variabili, ma esso si riconduce facilmente all'equazione (b). In *Jour. de Math.*, S. III, T. VI, 1900, p. 412, estende il problema al caso di più variabili.

(****) *Comptes Rendus*, T. 139, p. 245.

(*****) *Gott. Nachrichten*, 1904, p. 57.

I.

1. Abbiasi un insieme lineare di elementi, che, per fissare le idee, supporremo funzioni di una variabile x. Indichiamo con A un' operazione distributiva, univoca, applicabile ad ogni elemento f di questo insieme, ed il cui risultato, che si indicherà con $A(f)$, appartenga all' insieme stesso.

L' equazione A sia continua (*). S' intende con ciò che ad ogni numero positivo ε corrisponde un numero δ tale che, per i valori di x pei quali è

$$|f(x)| < \delta,$$

sia corrispondentemente

$$|A(f)| < \varepsilon.$$

La somma di un numero finito d' operazioni continue è pure un' operazione continua; il prodotto di un numero finito d' operazioni continue è pure un' operazione continua. Se A è continua, la potenza A^n lo è dunque per ogni esponente n intero positivo.

2. Nell' insieme dato di elementi, consideriamo una sottoclasse o insieme C distinto dalla proprietà seguente:

A. « Esiste, per l' insieme C, un numero positivo g tale che, qualunque sia l' e-
« lemento f di C e qualunque sia il valore di x preso in un intervallo $\mathfrak{X}$, si abbia

$$|A^n(f)| < mg^n, \tag{1}$$

« dove m è un numero positivo finito ».

Come vedremo più avanti, in casi importanti e frequenti questa condizione si trova verificata.

3. L' insieme C costituisce evidentemente un sistema lineare. Se infatti f ed f_1 appartengano a C, si ha

$$|A^n(f)| < mg^n, \qquad |A^n(f_1)| < m_1 g^n,$$

e quindi

$$|A^n(f+f_1)| < (m+m_1)g^n;$$

la (1) è dunque soddisfatta per $f+f_1$.

4. Si prenda una successione arbitraria di numeri

$$a_0,\ a_1, \ldots a_n, \ldots$$

purchè essi verifichino la condizione

$$|a_n| < \frac{m'\eta^n}{g^n}, \tag{2}$$

dove m', η sono due numeri positivi ed η è minore dell' unità.

(*) Nel senso stabilito da Hadamard, C. R. 9 févr. 1903.

a) Per ogni elemento f di C, e per x nell' intervallo $\mathfrak{X}$, la serie

$$S(f)=\sum_{n=0}^{\infty}a_nA^n(f) \tag{3}$$

è assolutamente convergente. Essa è inoltre uniformemente convergente, tanto rispetto alla variabile x comunque presa in $\mathfrak{X}$, quanto per l' elemento f, comunque preso in C. Per la continuità di A, l' operazione A stessa sarà quindi applicabile termine a termine alla serie (3), la quale pertanto rappresenta, entro l' insieme C, un' operazione S univoca e commutabile con A.

b) L' operazione S è continua. Infatti, preso il numero positivo ε arbitrario, si determini p in modo che sia

$$\left|\sum_{n=p+1}^{\infty}a_nA^n(f)\right|<\frac{\varepsilon}{2};$$

indi, siccome è continua l' operazione rappresentata da

$$S_p(f)=\sum_{n=0}^{p}a_nA^n(f),$$

si determini δ tale che per

$$|f|<\delta$$

sia

$$|S_p(f)|<\frac{\varepsilon}{2}.$$

Ne verrà

$$|S(f)|<\varepsilon$$

per $|f|<\delta$.

c) Infine, ponendo

$$S(f)=\varphi,$$

φ appartiene a C. Infatti, essendo p un intero positivo qualunque, si ha

$$A^p(\varphi)=\sum_{n=0}^{\infty}a_nA^{n+p}(f),$$

e quindi, per le (1) e (2):

$$|A^p(\varphi)|<mm'\Sigma_n g^p\eta^n=\frac{mm'}{1-\eta}g^p;$$

la condizione (1) è dunque soddisfatta dall' elemento φ, il quale pertanto appartiene a C.

d) Riassumendo, « la serie (3), sotto le condizioni (1) e (2), rappresenta una « operazione distribuitiva S che è univoca, continua, commutabile con A e che fa « corrispondere ad un elemento di C, un elemento di C. »

5. Fra le serie (3), merita di essere considerata in modo speciale la seguente semplicissima

$$S_1(f)=\sum_{n=0}^{\infty}k^nA^n(f). \tag{4}$$

La condizione (2) è allora sostituita da

$$(5) \qquad |k| < \frac{\eta}{g}; \qquad \eta < 1 .$$

Sotto questa condizione, la S_1 è un' operazione che ammette le proprietà enumerate al § precedente; e poichè la serie è uniformemente convergente nell' insieme C e nell' intervallo $\mathfrak{x}$, le potremo applicare l' operazione A termine a termine. Otteniamo con ciò, posto

$$\varphi = S_1(f),$$

che

$$A(\varphi) = \frac{1}{k}(\varphi - f),$$

in altri termini, « avendosi l' equazione funzionale

$$(a) \qquad \varphi - kA(\varphi) = f,$$

« dove f è un elemento dato e φ un elemento incognito, la soluzione ne è data, sotto « le condizioni (1) e (5), dalla serie

$$(4') \qquad \varphi = \sum_{n=0}^{\infty} k^n A^n(f) . \text{ »}$$

Sotto quelle condizioni, appartenendo a C la funzione f, vi appartiene anche la funzione φ.

L' operazione S_1, sotto le dette condizioni di validità, verifica dunque l' equazione simbolica

$$S_1 - kAS_1 = 1 ,$$

e si può pertanto denotare con

$$S_1 = (1 - kA)^{-1}.$$

6. Elemento invariante dell' operazione A è detto ogni elemento ω che verifichi l' equazione funzionale

$$(b) \qquad \omega - kA(\omega) = 0 .$$

L' invariante ω si dice relativo al numero k.

Nessun elemento di C può essere invariante di A relativo ad un numero k tale che sia:

$$|k| < \frac{1}{g}.$$

Infatti, se ω fosse un tale elemento, si avrebbe dalla (b) stessa

$$\omega = k^n A^n(\omega);$$

onde, dalla (1)

$$|\omega| < mk^n g^n;$$

ω sarebbe quindi arbitrariamente piccola in tutto l' intervallo $\mathfrak{x}$ e quindi identicamente nulla.

Risulta da questa osservazione che « la soluzione (4) della equazione (a) è unica « nel campo C; » se infatti vi esistessero due soluzioni, φ e φ_1, anche $\varphi - \varphi_1$ apparterebbe al medesimo campo e sarebbe soluzione di (b), contro ciò che abbiamo dimostrato.

7. Un primo caso particolare si presenta quando il numero g che figura nella (1), si può prendere arbitrariamente piccolo. In tale caso la serie (4) converge per ogni valore di k; quindi « qualunque sia k, l' equazione (a) ammette nel campo C una « soluzione, ed una sola, data dalla serie (4). »

In questo caso, la serie (4) definisce univocamente l' operazione $(1 - kA)^{-1}$ per ogni valore di k e per tutto l' insieme C.

Nel medesimo caso, consideriamo l' equazione funzionale in φ:

$$(c) \qquad \varphi + a_1 A(\varphi) + a_2 A(\varphi) + \cdots + a_m A^m(\varphi) = f.$$

Scomponendo in fattori il polinomio

$$\alpha(z) = 1 + a_1 z + a_2 z^2 + \cdots + a_m z^m$$

si abbia

$$\alpha(z) = (1 - k_1 z)(1 - k_2 z) \cdots (1 - k_m z),$$

essendo i numeri $k_1, k_2, \dots k_m$ distinti, o no. Corrispondentemente, l' equazione (c) si scriverà (i fattori operativi essendo permutabili):

$$(6) \qquad (1 - k_1 A)(1 - k_2 A) \cdots (1 - k_m A) \{ \varphi \} = f.$$

Ora, per l' ipotesi fatta su A, l' equazione

$$\varphi - k_m A(\varphi) = f$$

ammette in C una soluzione φ_1 ed una sola; così

$$\varphi - k_{m-1} A(\varphi) = \varphi_1$$

ammette in C una soluzione φ_2 ed una sola, ...; infine

$$\varphi - k_1 A(\varphi) = \varphi_{m-1}$$

ammette una soluzione φ_m ed una sola. Questa soluzione φ_m, sostituita in (c), la soddisfa evidentemente ed è l' unica.

« Nel caso considerato, di $\Sigma k^n A^n$ trascendente intera in k, ogni equazione (c) « ammette dunque una soluzione ed una sola in C. Se si indica con Q l' operazione

$$1 + a_1 A + a_2 A^2 + \cdots a_m A^m,$$

« è Q^{-1} un' operazione univoca in C; ed è esprimibile mediante una serie di potenze « di A sempre convergente, i cui coefficienti sono quelli dello sviluppo di

$$\frac{1}{\alpha(z)}$$

« in serie di potenze intere positive di z. Più generalmente se, nello stesso caso,

« $\beta(z)$ è una funzione razionale qualsiasi, e $\beta(A) = P$ è l' operazione che si ottiene « sostituendo A a z, l' operazione P è univoca in C ed esprimibile mediante una « serie di potenze di A sempre convergente ».

8. Se la disuguaglianza (1) è verificata per un numero g, è naturalmente verificata per ogni numero maggiore. Esiste dunque, per questi numeri, un limite inferiore; sia esso $\frac{1}{r}$. Nel caso speciale considerato al § precedente codesto limite era nullo, cioè era $r = \infty$. Nei §§ seguenti, si considererà il caso di r finito e diverso da zero. Dal § 6, abbiamo intanto che « non esistono elementi invarianti di A appartenenti a numeri di modulo minore di r. »

9. Facciamo ora la seguente ipotesi:

B. « Esistano due numeri, k_1 qualunque ed r_1 positivo, tali che sia

$$r < |k_1| < r_1$$

« e che inoltre, per ogni elemento f di C e per ogni valore di x dell' intervallo $\boldsymbol{x}$, « si abbia (m_1 essendo positivo finito):

$$|A^{n-1} - k_1 A^n| < \frac{m_1}{r_1^n}. \text{ »} \tag{7}$$

Valendo la (7) per un numero r_1, varrà per ogni numero positivo minore: sia r' il limite superiore di tali numeri r_1.

Per la (7), l' operazione $1 - k_1 A$ dà origine ad elementi f_1 soddisfacenti ad

$$|A^{n-1} f_1| < \frac{m_1}{r_1^n}; \tag{7'}$$

gli elementi aventi questa proprietà costituiscono un insieme lineare C_1 contenuto in C. Per ogni tale elemento f_1, la serie $\Sigma k^n A^n f_1$ è convergente assolutamente ed uniformemente anche per $k = k_1$, e quindi per ogni f_1 esiste un elemento φ in C tale che

$$\varphi - k_1 A \varphi = f_1.$$

L' insieme lineare C_1 si genera dunque dall' applicazione dell' operazione $1 - k_1 A$ all' insieme C.

10. Consideriamo la serie

$$S(f) = \sum_0^\infty k^n (A^{n-1} - k_1 A^n), \tag{8}$$

dove si converrà di riguardare come nulle le potenze di A di esponente negativo. Per l' ipotesi B, la serie S è uniformemente ed assolutamente convergente per $|k| < r'$. Ma essa si scrive

$$S(f) = -k_1 f + k \sum_{k=0}^\infty k^n A^n (f_1), \qquad (f_1 = f - k_1 A(f))$$

e quindi

$$\frac{1}{k}(S(f) + k_1 f)$$

dà l'espressione di $(1-kA)^{-1}(f_1)$; in altri termini, come mostra una riduzione immediata, la serie S soddisfa all'equazione

$$S - kAS = (k - k_1)f, \tag{9}$$

o, ciò che è lo stesso,

$$(1-kA)^{-1} = \frac{1}{k-k_1} S. \tag{9'}$$

In tal modo, vediamo che « sotto l'ipotesi B e per $|k| < r_1$, l'equazione fun-
« zionale (a) ammette in C una soluzione, data dalla serie $\frac{1}{k-k_1}S(f)$; essendo eccet-
« tuato soltanto il valore $k = k_1$. »

Si ha così la soluzione dell'equazione (a) in un campo più esteso di quanto si sia trovato al § 5; infatti, mentre in quel § la soluzione era data dalla serie (4') limitatamente ai valori $|k| < r$, ora essa ci è data per tutti i valori $|k| < r_1$, eccettuato $k = k_1$. Nel caso in cui, nella serie S, sia $|k| < r$, si può ordinare per le potenze di A e si trova subito

$$S = (k - k_1)\Sigma k^n A^n;$$

la soluzione (8) coincide dunque colla (4') nel caso di $|k| < r$; mentre essa ne dà l'estensione pel caso

$$r \leq |k| < r_1$$

in cui la (4') cessa, in generale, di avere significato.

11. L'equazione (9) non cessa di essere valida per $k = k_1$. In tal caso, viene, indicando con L l'operazione S per $k = k_1$,

$$L = \sum_{n=0}^{\infty} k_1^n (A^{n-1} - k_1 A^n) \tag{10}$$

e la (9) diviene

$$L - k_1 AL = 0.$$

Onde « per il valore $k = k_1$, l'equazione funzionale (b) ammette soluzione, la quale « è data da $L(f)$, qualunque sia l'elemento f di C, purchè $L(f)$ stesso non sia nullo ».

12. Per la proprietà B, si può, preso ε positivo arbitrario, determinare n tale che sia

$$|L_n| = \left|\sum_{n+1}^{\infty} k_1^\nu (A^{\nu-1} - k_1 A^\nu)\right| < \varepsilon.$$

Ora, si ha:

$$L = -k_1 f + k_1(f - k_1 A) + \cdots + k_1^n (A^{n-1} - k_1 A^n) + L_n.$$

e riducendo:

$$L = -k_1^{n+1} A^n + L_n,$$

onde segue:

$$\lim_{n=\infty} k_1^{n+1} A^n(f) = -L(f). \tag{11}$$

Ne viene che « qualunque sia l'elemento f di C, l'espressione

(12) $$k_1^{n+1}A^n(f)$$

« ha, per $n=\infty$, un limite che, se non è nullo, è radice dell'equazione (b) per « $k=k_1$, cioè è un invariante di A relativo a k_1. »

13. Distinguiamo ora l'effetto dell'operazione L secondo che essa si applica ad un elemento appartenente o no a C_1. Se f appartiene a C, non sarà in generale

$$\lim k^{n+1}A^n(f)=0\,,$$

poichè se ciò fosse per ogni f, il numero r andrebbe sostituito con k_1. Ma se f appartiene a C_1, risulta dalla (7') che quel limite è zero.

« Onde $L(f)$ è nullo se f appartiene a C_1; dà un invariante di A relativo a k_1 « negli altri casi. »

14. L'equazione (b) ammette dunque in C, come abbiamo visto, soluzioni per il valore $k=k_1$. Essa non ne può ammettere per valori di k diversi da k_1 e inferiori in modulo ad r'.

Infatti, sia, se è possibile, ω una soluzione, appartenente a C, dell'equazione

$$1-k'A=0$$

con

$$k' \text{ diverso da } k_1, \qquad |k'|<r_1<r'\,.$$

Poichè ω appartiene a C, si ha (ipotesi B):

(7) $$|A^{n-1}(\omega)-k_1A^n(\omega)|<\frac{m}{r_1^n}\,;$$

d'altra parte

$$A(\omega)=\frac{\omega}{k'}\,,\qquad A^n(\omega)=\frac{\omega}{k'^n}\,,$$

onde

$$A^{n-1}(\omega)-k_1A^n(\omega)=\frac{k'-k_1}{k'^n}\omega\,,$$

che, se ω non è identicamente nulla e se k' è diversa da k_1, contradice alla (7'). Di più, l'operazione non può avere, neanche per $k=k_1$, invarianti di 2° ordine o di ordine superiore, tali cioè che sia:

$$1-k_1A=k_1(1-k_1A)\,.$$

15. Nel piano della variabile complessa k, si descriva il cerchio di centro o di raggio r_1. Entro questo cerchio, si trova il solo punto $k=k_1$ per il quale l'operazione A ammetta invarianti. Essi sono dati dai valori che acquista la somma della serie uniformemente ed assolutamente convergente indicata con L per le varie f di C, quando questa somma non sia zero; o, ciò che è lo stesso, dal

$$\lim k_1^{n+1}A^n(f)\,.$$

Indicheremo con ω_1 uno qualunque di questi invarianti, con Ω_1 il sistema lineare, sotto classe di C, costituito dall'insieme degli invarianti stessi. L'operazione L fa corrispondere a C, la sua sottoclasse Ω_1; fa corrispondere lo zero alla sottoclasse C_1.

16. Riprendendo la (9'), abbiamo

$$(1-kA)^{-1}=\frac{1}{k-k_1}\left(-k_1f+\sum_{n=1}^{\infty}k^n(A^{n-1}-k_1A^n)\right),$$

per tutti i valori di k presi dentro il detto cerchio e diversi da k_1. Aggiungendo e togliendo la $L(f)$ entro parentesi, si ottiene:

$$(13)\qquad (1-kA)^{-1}=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{k^n-k_1^n}{k-k_1}(A^{n-1}-k_1A^n)+\frac{L(f)}{k-k_1},$$

o, brevemente

$$(13')\qquad (1-kA)^{-1}=T(f)+\frac{1}{k-k_1}L(f).$$

La serie $T(f)$ si può scrivere

$$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{k^n-k_1^n}{k-k_1}A^{n-1}(f_1);$$

perciò (analogamente al § 4, c) essa rappresenta un elemento f_1' di C_1. In quanto ad $L(f)$, esso è un elemento di Ω_1.

La formula (13) è notevole, poichè essa pone in evidenza la natura dell'operazione $(1-kA)^{-1}$ (*); essa ci mostra come, per ogni valore k diverso da k_1 e compreso nel cerchio r_1, quella operazione sia univoca. Essa si riduce illusoria, o singolare, per $k=k_1$, e l'ultimo termine della (13) pone in evidenza questa singolarità.

17. Nell'insieme C abbiamo distinto le due sottoclassi C_1 ed Ω_1. Esse sono senza elementi comuni. Infatti, se f appartiene a C_1, è $L(f)=0$ (§ 13); invece se f appartiene a Ω_1, si ha da (10), o da (11), che

$$L(f)=-k_1f.$$

Ora dico « che l'insieme C è la somma degli insiemi senza elementi comuni C_1 « ed Ω_1; cioè che ogni elemento f di C si può scrivere

$$f=f_1+\omega_1,$$

« dove f_1 appartiene a C_1 ed ω_1 ad Ω_1. »

Infatti, essendo k diverso da k_1 e minore di r_1 in valore assoluto, si ponga

$$\varphi=f-kA(f);$$

(*) Questa operazione è l'inversa del *fascio* $1-kA$ di operazioni lineari.

φ sarà un elemento di C determinato, dalla (13') si avrà

$$f = T(\varphi) + \frac{L(\varphi)}{k - k_1}.$$

Ma $T(\varphi)$ appartiene a C_1 (§ 16); $L(\varphi)$ appartiene ad Ω; il teorema è quindi dimostrato.

Evidentemente questa decomposizione di f è possibile in un sol modo.

Nel caso in cui f appartenga a C_1, sia f_1, la formula (13') diviene, perchè $L(f_1) = 0$,

$$(1 - kA)^{-1}(f_1) = T(f_1); \tag{14}$$

essa vale per tutti i valori di $|k| < r_1$, incluso $k = k_1$. Per $k = k_1$, si ha

$$T(f_1) = \sum_{n=0}^{\infty} n k_1^{n-1}(A^{n-1} - k_1 A^n)(f_1);$$

però, oltre a questa soluzione di

$$\varphi - kA(\varphi) = f_1$$

si hanno tutte quelle che si ottengono aggiungendo a $T(f_1)$ un elemento arbitrario di Ω_1. È questa multivocità che costituisce la singolarità di $(1 - kA)^{-1}$ per $k = k_1$.

II.

18. Ferme le ipotesi A e B, aggiungiamo ora una nuova ipotesi, che diremo ipotesi C; essa è la seguente:

C. « Esistano due nuovi numeri, l' uno qualunque k_2, l' altro positivo r_2, tali « che sia

$$r' < |k_2| < r_2,$$

« e tali inoltre che per ogni elemento f di C e per ogni valore di x nell' intervallo $\boldsymbol{x}$, « si abbia

$$|A^{n-2} - (k_1 + k_2)A^{n-1} + k_1 k_2 A^n| < \frac{m_2}{r_2^n}, \tag{15}$$

« dove m_2 è un numero positivo finito. » Vale qui per r_2 la stessa osservazione fatta per r_1 al § 9; sia r'' il limite superiore dei numeri r_2.

Sotto questa ipotesi, gli elementi f_2 ottenuti applicando agli f di C l' operazione

$$(1 - k_1 A)(1 - k_2 A) \tag{16}$$

godono della proprietà

$$|A^{n-2} f_2| < \frac{m_2}{r_2^n}; \tag{15}$$

tali elementi f_2 costituiscono un insieme, evidentemente lineare, che indicheremo con C_2; l' operazione (16) muta dunque C in C_2. Siccome si è veduto (§ 9) che l' operazione $1 - k_1 A$, applicata a C, genera C_1, così ne concludiamo che $1 - k_2 A$, applicato a C_1 genera C_2.

È dunque C_2 parte di C_1, come C_1 è parte di C.

19. Consideriamo la serie

$$S(f) = \sum_{n=0}^{\infty} k^n (A^{n-2} - (k_1 + k_2) A^{n-1} + k_1 k_2 A^n) \tag{17}$$

dove si intendono identicamente nulle le potenze di A di esponente negativo. Per l'ipotesi C, questa serie è assolutamente ed uniformemente convergente per tutti i valori di k tali che sia $|k| < r''$. Essa si può scrivere, scrivendo fuori del segno Σ i termini per $n = 0$ ed $n = 1$:

$$S(f) = k_1 k_2 f - k\big((k_1 + k_2) f - k_1 k_2 A(f)\big) + k^2 \sum_{n=0}^{\infty} k^n A^n (f_2).$$

Ma poichè l' ultima sommatoria rappresenta

$$k^2 (1 - kA)^{-1} (f_2),$$

così un calcolo immediato ci dà per S la proprietà

$$(S - kAS) f = (k - k_1)(k - k_2) f, \tag{18}$$

o, ciò che è lo stesso,

$$(1 - kA)^{-1} = \frac{1}{(k - k_1)(k - k_2)} S. \tag{18'}$$

In questo modo, « sotto l' ipotesi C e per $|k| < r_2$, l' equazione funzionale (a) « ammette in C una soluzione data dalla serie S divisa per $(k - k_1)(k - k_2)$, ed « eccettuati soltanto i valori $k = k_1$, $k = k_2$. »

Per i valori di $|k|$ inferiori ad r, la serie S si può ordinare per le potenze di A, e si riduce immediatamente a

$$(k - k_1)(k - k_2) \Sigma k^n A^n (f);$$

la soluzione ora trovata coincide dunque colla (4'). Per i valori di $|k|$ inferiori ad r', la serie S, in forza della condizione (7), si può ordinare secondo i binomî

$$A^{n-1} - k_1 A^n, \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots);$$

viene allora subito

$$(k - k_2) \Sigma k^n (A^{n-1} - k_1 A^n), \tag{19}$$

e quindi, per quei valori, la soluzione trovata coincide colla serie (8').

20. L' equazione (18) non cessa di essere valida per $k = k_1$ o $k = k_2$, come la serie (17) non cessa, per quei valori, di essere convergente. Indicheremo con L_1, L_2, le operazioni funzionali rappresentate dalla (17) rispettivamente per $k = k_1$, $k = k_2$.

Esaminiamo dapprima la L_1. Poichè è $|k_1| < r_1$, si può, per quanto è detto al § precedente, trasformare la serie S nella forma (19); si ha pertanto

$$L_1(f) = (k_1 - k_2)\Sigma k_1^n(A^{n-1} - k_1 A^n);$$

ora ciò mostra che all' infuori del fattore numerico $k_1 - k_2$, la L_1 non differisce dall' operazione L definita al § 11. Questa operazione dà dunque (§ 13') come risultato lo zero se si applica ad un elemento di C_1, e un elemento di Ω_1 invariante relativo a k_1) in ogni altro caso.

21. Passiamo ora a considerare l' operazione L_2. Fatto, nella (18), $k = k_2$, viene

$$L_2 - k_2 A L_2 = 0,$$

onde $L_2(f)$, se non è identicamente zero, è un invariante di A appartenente a k_2.

Ora, posto

$$L_{2.n} = \sum_{n+1}^{\infty} k_2^\nu(A^{\nu-2} - (k_1 + k_2)A^{\nu-1} + k_1 k_2 A^\nu),$$

e preso ε positivo arbitrariamente piccolo, si può determinare n tale che, qualunque sia l' elemento f di C cui si applica $L_{2.n}$, si abbia

$$|L_{2.n}(f)| < \varepsilon.$$

Siccome una facile riduzione dà

$$L_2 = - k_2^{n+1}(A^{n-1} - k_1 A^n) + L_{2n},$$

così ne segue

$$\lim_{n=\infty} k_2^{n+1}(A^{n-1} - k_1 A^n) = - L_2. \tag{20}$$

Ora il limite qui scritto non è sempre nullo: infatti, se così fosse si avrebbe in tutto C:

$$|A^{n-1} - k_1 A^n| < \frac{\varepsilon}{k_2^{n+1}},$$

contro l' ipotesi che $|k_2|$ è superiore al limite superiore r' degli r_1. Ne segue che L_2 non è sempre zero, e quindi esistono effettivamente invarianti di A relativi a k_2. Diremo Ω_2 l' insieme (lineare) di questi invarianti.

Evidentemente Ω_2 non ha elementi comuni con Ω_1; inoltre Ω_2 appartiene a C_1; infatti, se ω è tale che sia

$$\omega - k_2 A(\omega) = 0,$$

ne risulta

$$A^n\omega = \frac{\omega}{k_2^n},$$

e quindi ω soddisfa alla (7').

22. Se si applica L_1 all' insieme C_1, si è già visto che si ottiene zero come risultato (§ 18); quindi anche se si applica a C_2 che fa parte di C_1. Se si applica L_2 all' insieme C_2, per la (15') si può ordinare L_2 secondo le potenze di A^n, e si ha

come risultato lo zero. Infine, se si applica L_2 all' insieme C_1, in generale si ha come risultato un elemento di Ω_2, appartenente quindi (§ 21) a C_1 stesso.

23. L' equazione funzionale (b) ammette, per quanto abbiamo visto, soluzioni per $k = k_1$ e per $k = k_2$ entro il campo C, sotto alle ipotesi A, B e C. È facile vedere che questa equazione non ha invece soluzione per ogni altro valore di k inferiore in modulo ad r''. Sia infatti, η soluzione di (b) per $k = k'$, $|k'| < r_2 < r''$; si avrà

$$\eta = k' A(\eta),$$

e quindi

$$(1 - k_1 A)(1 - k_2 A)\eta = \left(1 - \frac{k_1}{k'}\right)\left(1 - \frac{k_2}{k'}\right)\eta.$$

Siccome l' operazione $(1 - k_1 A)(1 - k_2 A)$ trasforma ogni elemento di C in un elemento di C_2, ne viene che η stesso appartiene a C_2 e quindi che soddisfa alla (15'), cioè

$$|A^{n-2}\eta| < \frac{m_2}{r_2^r}.$$

Ma è

$$A^{n-2}\eta = \frac{\eta}{k'^{n-2}},$$

che contradice alla precedente, a meno che η non sia identicamente zero. L' equazione (b), per $k = k'$, non ha quindi soluzione.

24. Riprendendo la serie S del § 19, poniamo

$$T_i = \frac{1}{k - k_i}(S - L_i), \qquad (i = 1, 2);$$

verrà

$$(21) \qquad T_i = -(k_1 + k_2)f + k_1 k_2 A + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{k^n - k_i^n}{k - k_i^n}(A^{n-2} - (k_1 + k_2)A^{n-1} + k k_2 A^n).$$

Ora si ha, dalla (18'):

$$(1 - kA)^{-1} = \frac{1}{k_1 - k_2}\left(\frac{1}{k - k_1} - \frac{1}{k - k_2}\right)S,$$

onde anche

$$(1 - kA)^{-1} = \frac{1}{k_1 - k_2}\left(T_1 - T_2 + \frac{1}{k - k_1}L_1 - \frac{1}{k - k_2}L_2\right).$$

Dalla espressione (21) risulta che

$$(22) \qquad T_1 - T_2 = \sum_{n=2}^{\infty}\left(\frac{k^n - k_1^n}{k - k_1} - \frac{k^n - k_2^n}{k - k_2}\right)\left(A^{n-2} - (k_1 + k_2)A^{n-1} + k_1 k_2 A^n\right);$$

questa serie è convergente uniformemente ed assolutamente per $|k| < r_2$, e l' operazione che figura nel suo termine generale può (§ 18) scriversi

$$A^{n-2}f_2,$$

dove f_2 è un elemento di C_2. Da ciò, e dal teorema del § 4, c, risulta che anche $(T_1 - T_2)f$ appartiene a C_2, qualunque sia l' elemento f.

Ponendo per brevità

$$T' = \frac{1}{k_1 - k_2}(T_1 - T_2),$$

e includendo il fattore $\frac{1}{k_1 - k_2}$ nei simboli L_1, L_2, il che non ha alcuna importanza, si ha infine per $(1 - kA)^{-1}$, in tutto il campo C e per $|k| < r_2$, l' espressione:

$$(1 - kA)^{-1} = T' + \frac{1}{k - k_1} L_1 - \frac{1}{k - k_2} L_2. \tag{23}$$

25. La formula (23) mostra che per ogni valore di k inferiore in modulo ad r'' e diverso da k_1 e k_2, l' equazione

$$\varphi - kA(\varphi) = f \tag{a}$$

ammette in C una soluzione la quale (§ 23) è unica. Questa soluzione è composta di tre parti: l' una, proveniente da $T'(f)$, appartiene a C_2; la seconda, proveniente da $L_1(f)$, appartiene ad Ω_1, la terza, da $L_2(f)$, appartiene ad Ω_2 e quindi (§ 21) a C_1; i tre spazî C_2, Ω_2, Ω_1 sono (§ 17) senza elementi comuni.

Paragonando poi colla formula (13'), si vede che la espressione

$$T' - \frac{1}{k - k_2} L_2$$

rappresenta l' operazione T di quella formula.

26. Dalle cose dette possiamo trarre una conclusione importante. « Ogni elemento « di f si scompone, ed in modo unico, in tre elementi appartenenti rispettivamente « a C_2, Ω_1, Ω_2. »

Infatti, dato un elemento f arbitrario di C, si formi

$$g = f - kA(f),$$

ne deriva

$$f = (1 - kA)^{-1} g = T'(g) + \frac{1}{k - k_1} L_1(g) - \frac{1}{k - k_2} L_2(g),$$

che dimostra la decomposizione indicata per f. Dalla proprietà di L_1, L_2 e dall' essere C_2, Ω_1, Ω_2 senza elementi comuni, risulta poi subito che questa decomposizione è possibile in un sol modo.

Nel tempo stesso è dimostrato che ogni elemento di C_1 è decomponibile in somme di due elementi, l' uno appartenente a C_2 e l' altro ad Ω_2.

27. La formula (23) mette in evidenza, per così dire, le *singolarità* che presenta l' operazione $(1 - kA)^{-1}$ per $k = k_1$ e $k = k_2$ (*). Essa è applicabile anche al caso

(*) La singolarità consiste in ciò, che mentre l' operazione $1 - kA$ è non degenere, in generale, per i valori di k minori in modulo di r'', lo è invece per i valori $k = k_1$, $k = k_2$.

di $k = k_2$ se f appartiene a C_1, poichè L_1 è nullo in questo caso, e al caso di $k = k_2$ se f appartiene a C_2. Ma in questi casi, alla soluzione data dalla (23) va aggiunto rispettivamente un elemento arbitrario di Ω_1 nel primo caso, di Ω_2 nel secondo.

III.

28. Nei §§ precedenti, siamo partiti dalla considerazione di un insieme lineare C — i cui elementi sieno, ad esempio, funzioni di una o di più variabili — e di un' operazione distributtiva e continua A applicabile agli elementi dell' insieme; aggiungendo la proprietà seguente: per ogni numero positivo h inferiore ad un numero positivo r, era per ogni elemento f dell' insieme

$$(24) \qquad |A^n(f)| < \frac{1}{h^n},$$

mentre per $h > r$, almeno per certi elementi di C la disuguaglianza precedente non era soddisfatta. Converremo di esprimere questa proprietà dicendo, per brevità, « che r è il « raggio di convergenza di A nell' insieme C. » Così, per il caso particolare considerato nel § 7, il raggio di convergenza di A in C è infinito.

Abbiamo poi studiato, coll' ipotesi B, un' operazione particolare appartenente al fascio $1 - kA$ ed avente la proprietà « di aumentare il raggio di convergenza di A. » La proprietà che, per amore di brevità, esprimiamo con questa locuzione, consiste in ciò: che per un valore $k = k_1$, superiore in modulo ad r, l' operazione

$$B_1 = 1 - k_1 A$$

applicata agli elementi di C, dà origine agli elementi di un insieme C_1 contenuto in C e tale che il raggio di convergenza di A in C_1 è un numero r_1, maggiore di r e di $|k_1|$.

Sotto questa ipotesi, si sono verificati questi fatti:

a) « Esistono uno o più invarianti di A relativi a k_1, i quali formano un in-« sieme lineare Ω_1;

b) « L' operazione $(1 - kA)^{-1}$, per tutti i valori $|k| < r_1$, si pone sotto alla forma

$$(1 - kA)^{-1} = T + \frac{1}{k - k_1} L,$$

« dove T è un' operazione univoca rappresentata per $|k| < r_1$ da una serie assoluta-« mente ed uniformemente convergente che trasforma C in C_1, ed L un operazione « analogamente espressa, e che trasforma C in Ω_1;

c) « Si può porre

$$C = C_1 + \Omega_1,$$

« cioè ogni elemento di f risulta dalla somma di un elemento di C_1 e di uno di Ω_1; « C_1 ed Ω_1 non avendo elementi comuni. »

Dopo ciò, coll' ipotesi C, abbiamo considerato un' operazione

$$B_2 = 1 - k_2 A,$$

che applicata a C_1, produce un insieme lineare C_2 contenuto in C_1, tale che il raggio di convergenza di A in C_2 sia un numero r_2, maggiore di r_1; si ha precisamente

$$r < |k_1| < r_1 < |k_2| < r_2.$$

Talchè $B_1 B_2$ muta C in C_2, ed aumenta quindi da r ad r_2 il raggio di convergenza di A. Nell' ipotesi dell' esistenza di B_1 e B_2, si sono trovate proprietà analoghe alle precedenti a), b), c); così si ha la formula

$$(1 - kA)^{-1} = T + \frac{1}{k - k_1} L_1 + \frac{1}{k - k_2} L_2,$$

dove T trasforma C in C_2, mentre L_1 trasforma C nell' insieme Ω_1 degli invarianti a k_1, ed L_2 in Ω_2, insieme degli invarianti relativi a k_2; così pure, C viene a scomporsi in

$$C = C_2 + \Omega_2 + \Omega_1, \qquad \text{dove} \qquad C_2 + \Omega_2 = C_1.$$

29. Prima di passare alla generalizzazione di questi risultati, consideriamo ancora due casi speciali. Supponiamo che non esista un' operazione della forma $1 - k_1 A$ atta ad aumentare il raggio di convergenza di A in C, ma che esista a quell' uopo un' operazione della forma

$$B = (1 - k_1 A)(1 - k_2 A); \qquad (k_1 \text{ diverso da } k_2)$$

per modo che essendo $B(C) = C_1$, e

$$r < |k_1| \leq |k_2| < r_1,$$

sia r_1 il raggio di convergenza di A in C_1. Allora, come ai §§ 19 e seguenti, si avrà la serie

$$S(f) = \sum_{n=0}^{\infty} k^n A^{n-2} B$$

che rappresenterà

$$(k - k_1)(k - k_2)(1 - kA)^{-1};$$

si definiranno le

$$L_i = \sum_{n=0}^{\infty} k_i^n A^{n-1} B, \qquad (i = 1, 2)$$

che applicate a C, daranno sia zero, sia invarianti di A relativi a k_i; infine si avrà anche qui che l' insieme C si può scrivere (Ω_1, Ω_2 essendo gli spazi invarianti relativi a k_1 e k_2)

$$C = C_1 + \Omega_1 + \Omega_2,$$

gli insiemi lineari C_1, Ω_1, Ω_2 essendo senza elementi comuni. Come nei citati §§, si

ha che L_1 ed L_2 non sono identicamente nulli, e che non esistono invarianti relativi a numeri k diversi da k_1 e k_2 per $|k| < r_1$.

30. L' altro caso è quello in cui $k_1 = k_2$, nel qual caso non è più applicabile, come nel caso precedente, la formula fondamentale (23) del § 25. Nel caso di $k_1 = k_2$, si ha una sola operazione L. Accanto a questa

$$L = \sum_{n=0}^{\infty} k_1^n A^{n-2} B,$$

dove ora l' operazione che muta C in C_1 è

$$B = (1 - k_1 A)^2,$$

si consideri l' altra operazione

$$L' = \sum_{n=1}^{\infty} n k_1^{n-1} A^{n-2} B, \tag{25}$$

che è pure espressa, come si vede, da una serie assolutamente ed uniformemente convergente.

Si verifica subito che si ha:

$$L' - k_1 A L' = \frac{1}{k_1} L; \tag{26}$$

da cui, siccome $L(f)$ è o zero, o un invariante di A relativo a k_1, cioè una radice di

$$\varphi - k_1 A \varphi = 0,$$

risulta che $L'(f)$ sarà radice sia dell' equazione precedente, sia di

$$(1 - k_1 A)^2 \varphi = 0. \tag{27}$$

Diremo Ω_1' l' insieme degli invarianti relativi a k_1 e delle radici (invarianti di 2do ordine relativi a k_1) dell' equazione (27); ne viene che tanto $L(f)$ quanto $L'(f)$ danno elementi di Ω_1'.

Ciò posto, la serie

$$S(f) = \sum_{n=0}^{\infty} k^n A^{n-2} B$$

si può scrivere identicamente

$$S(f) = \sum_{n=0}^{\infty} k_1^n A^{n-2} B + (k - k_1) \sum_{n=1}^{\infty} n k_1^{n-1} A^{n-2} B + (k - k_1)^2 \sum_{n=0}^{\infty} c_n A^{n-2} B,$$

dove le c_n sono semplici funzioni razionali intere di k e k_1; o in altri termini, posto

$$T = \sum_{n=2}^{\infty} c_n A^{n-2} B$$

viene

$$S(f) = L - (k - k_1) L' + (k - k_1)^2 T. \tag{28}$$

Ora per il § 4, c) T muta lo spazio lineare C in sè stesso; inoltre, essendo

$$(1-kA)^{-1}=\frac{1}{(k-k_1)^2}S,$$

la (28) ci dà

$$(29)\qquad (1-kA)^{-1}=T+\frac{1}{k-k_1}L'+\frac{1}{(k-k_1)^2}L.$$

Da questa formula fondamentale si deduce infine che lo spazio C si scompone in

$$C=C_1+\Omega_1';$$

ed è questa la proprietà che si sostituisce in questo caso a quella del § 26.

31. I casi trattati nei §§ precedenti si possono facilmente generalizzare. L' operazione che, applicata all' insieme C, dà un insieme C_1 avente il raggio di convergenza r_1 di A superiore ad r, può essere data sotto alla forma generale

$$(30)\qquad B=(1-k_1A)^{q_1}(1-k_2A)^{q_2}\cdots(1-k_sA)^{q_s}.$$

Allora si troverà per l' operazione $(1-kA)^{-1}$ la forma generale

$$(31)\qquad (1-kA)^{-1}=T+\sum_{i=1}^{s}\left(\frac{L_i^{(q_i-1)}}{k-k_i}+\frac{L_i^{(q_i-2)}}{(k-k_i)^2}+\cdots+\frac{L_i}{(k-k_i)^{q_i}}\right),$$

dove T è un' operazione rappresentata da una serie

$$\Sigma c_nA^nB,$$

convergente assolutamente ed uniformemente in C, e che trasforma C in C_1, mentre le $L_i',\ldots L_i^{(q_i-1)}$ trasformano gli elementi di C negli elementi invarianti dei vari ordini rispetto a k_i, costituenti l' insieme Ω_i. In seguito alla (31), si conclude che l' insieme C è decomponibile negli insiemi C_1, $\Omega_1,\ldots\Omega_s$, senza elementi comuni, nella forma:

$$C=C_1+\Omega_1+\Omega_2+\cdots+\Omega_s.$$

Qui si suppongono i moduli delle $k_1, k_3,\ldots k_2$ compresi fra r ed r_1.

Essendo poi

$$B'=(1-k_1'A)^{t_1}(1-k_2'A)^{t_2}\cdots(1-k_v'A)^{t_v},$$

le $k_1', k_2',\ldots k_v'$ aventi i moduli compresi fra r_1 ed r_2 ($r_2>r_1$), può accadere che B' applicata a C_1 dia un nuovo insieme C_2 in cui il raggio di convergenza di A è r_2; l' operazione BB' trasforma allora C in C_2, ampliando il raggio di convergenza di A da r ad r_2. L' insieme C, indicando con Ω_i' lo spazio degli elementi invarianti dei vari ordini (*) relativi a k_i' ($i=1, 2,\ldots v$) si trova scomposto così in

$$C=C_2+\Omega_1+\Omega_2+\cdots+\Omega_s+\Omega_1'+\Omega_2'+\cdots+\Omega_v'.$$

(*) Cioè le radici delle equazioni funzionali

$$(\varphi-k_i'A(\varphi))^m=0,\qquad (m=1,2,\cdots t_i).$$

Introducendo una terza operazione B'' con ipotesi analoghe, poi una quarta B''', ecc., la scomposizione si può continuare.

32. Per semplicità di notazione, supporremo che le operazioni che servono successivamente ad ampliare il raggio di convergenza di A siano tutte della forma

$$B_i = 1 - k_i A, \qquad (i = 1, 2, 3, \ldots m)$$

con

$$r_{i-1} < |k_i| < r_i .$$

Indicheremo con C_1 lo spazio che B_1 genera da C, con C_i quello che B_i genera da C_{i-1}; porremo

$$\delta_m(k) = (k - k_1)(k - k_2) \cdots (k - k_m),$$

e con $\delta'_m(k)$ la derivata di $\delta_m(k)$, infine faremo

$$P = B_1 B_2 \ldots B_m .$$

L' operazione $(1 - kA)^{-1}$ è allora rappresentata, per tutti i valori di k tali che sia

$$|k| < r_m,$$

dalla formula

$$(1 - kA)^{-1} = T + \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{k - k_i} L_i, \tag{32}$$

dove è

$$T = \sum_{n=0}^{\infty} c_n A^{n-m} P, \tag{33}$$

con

$$c_n = \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{\delta'_m(k_i)} \frac{k_1^n - k_i^n}{k - k_i} .$$

La serie T è assolutamente ed uniformemente convergente per i valori $|k| < r_m$ e per ogni elemento di C; l' operazione da essa rappresentata trasforma C in C_m, in cui il raggio di convergenza di A è r_m. In quanto al risultato di L_i sopra un elemento di C esso è nullo o dà un elemento ω_i invariante di A rispetto a k_i. Dalla formula (31) segue, col ragionamento del § 25, che l' insieme C è decomponibile nella forma

$$C = C_m + \sum_{i=0}^{m} \Omega_i . \tag{34}$$

I casi possibili sono due: che una simile decomposizione ci possa condurre ad esaurire, cogli insiemi Ω_i, tutti gli elementi di C, in modo che

$$C = \sum_{i=1}^{m} \Omega_i ; \tag{34'}$$

oppure che non si giunga a ciò. Allora, valendo la (33), saranno nuovamente possibili due casi: o, giunti all' indice m non esistono più operazioni B della forma $1 - \bar{k}A$,

atte ad ampliare il raggio di conseguenza di A, oppure ne esiste una successione indefinita.

Si noti infine la serie

$$S = \sum_{n=0}^{\infty} k^n A^{n-m} P ,$$

che soddisfa all' equazione

$$(S - kAS)f = \delta_m(k)f$$

ovvero

(35) $$(1 - kA)^{-1} = \frac{S(f)}{\delta_m(k)} .$$

IV.

33. Veniamo ora a fare cenno di qualche applicazione della teoria precedente; per primo, consideriamo il caso, sebbene assai ovvio, di un insieme lineare C ad un numero finito m di dimensioni. Se f è un elemento generico di questo insieme ed f_1, $f_2, \ldots f_m$ ne è un sistema fondamentale, ogni f si esprimerà nella forma

(36) $$f = \bar{c}_1 f_1 + \bar{c}_2 f_2 + \cdots + \bar{c}_m f_m ,$$

dove $\bar{c}_1, \bar{c}_2, \ldots \bar{c}_m$ sono costanti.

Data un' operazione A (un' omografia) non degenere ed applicabile a tutto C, esistono, come è noto, m invarianti di A linearmente indipendenti; essi sono relativi ad m numeri $k_1, k_2, \ldots k_m$ distinti o no, radici di un' equazione che, come si sa, ò detta e q u a z i o n e f o n d a m e n t a l e di A.

Per brevità, supporremo distinte le m radici $k_1, \ldots k_m$ dell' equazione fondamentale; il caso delle radici multipli, salvo qualche maggiore complicazione di scrittura, non darebbe luogo a considerazioni essenzialmente diverse.

Indicando con ω_i l' invariante — unico, all' infuori di un moltiplicatore costante — relativo al numero k_i, allora, essendo

$$\omega_i = k_i A(\omega_i) , \qquad (i = 1, 2, \ldots m)$$

ogni elemento f di C si può scrivere

(37) $$f = c_1 \omega_1 + c_2 \omega_2 + \cdots + c_m \omega_m .$$

L' equazione

$$\varphi - kA(\varphi) = f$$

si risolve dunque subito mediante la formula

(38) $$\varphi = \frac{c_1 k_1}{k_1 - k} \omega_1 + \frac{c_2 k_2}{k_2 - k} \omega_2 + \cdots + \frac{c_m k_m}{k_m - k} \omega_m .$$

Questa è un' espressione dell' operazione $(1 - kA)^{-1}$, che ne dà un' unica determinazione

per i valori di k diversi da $k_1, k_2, \ldots k_m$, e dalla quale si possono dedurre sviluppi in serie di potenze di k. Supponendo infatti

$$|k_1| \leq |k_2| \leq \cdots \leq |k_m|,$$

si ha da (38), per $|k| < |k_1|$:

$$\varphi = \sum_{n=0}^{\infty} k^n \left(\frac{c_1 \omega_1}{k_1^n} + \cdots + \frac{c_m \omega_m}{k_2^m} \right),$$

che in altra forma si scrive, richiamando l' espressione (37) di f:

$$(1 - kA)^{-1} f = \sum_{n=0}^{\infty} k^n A^n(f).$$

Ritroviamo così lo sviluppo (4').

Sia ora k compreso in modulo fra $|k_s|$ e $|k_{s+1}|$. Moltiplicando la (38) per $(k_1 - k)(k_2 - k) \ldots (k_s - k) = \delta_s(k)$, viene

$$(39) \quad \delta_s(k)\varphi = \sum_{i=1}^{s} c_i k_i (k_1 - k) \ldots (k_{i-1} - k)(k_{i+1} - k) \ldots (k_s - k)\omega_i + \delta_s(k) \sum_{i=s+1}^{m} \frac{c_i k_i}{k_i - k} \omega_i .$$

Sviluppando questa espressione in serie di potenze di k per $|k| < |k_{s+1}|$, si ottiene, come si può verificare con calcolo facile, la serie indicata con S nei §§ 10, 19, 29 e 31. Inoltre la espressione (39) stessa indica la decomposizione dello spazio C in due parti: lo spazio degli elementi invarianti $\omega_1, \omega_2, \ldots \omega_s$, e quello C_s degli elementi

$$C_{s+1}\omega_{s+1} + \cdots C_m \omega_m,$$

in cui il raggio di convergenza di A è $|k_{s+1}|$; decomposizione indicata, per il caso generale, al § 32.

34. Come seconda applicazione, consideriamo l' insieme C delle funzioni di una variabile reale data nell' intervallo $0 \ldots . 1$, limitate ed integrabili. Essendo $\alpha(x, t)$ una funzione limitata e continua delle due variabili x e t nel rettangolo $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq t \leq 1$, l' operazione A sia definita dall' espressione

$$(40) \qquad A(f) = \int_0^x \alpha(x, t) f(t) dt .$$

Essendo l' integrale una funzione continua e limitata di x, esso è un elemento dell' insieme C; si possono quindi definire in codesto insieme le operazioni $A^2, A^3, \ldots$

Sia μ superiore ai valori assoluti di $f(t)$ nell' intervallo $0 \ldots . 1$, m superiore al valore assoluto di $\alpha(x, t)$ nel quadrato $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq t \leq 1$; sarà

$$|A(f)| < \mu m x$$

e quindi

$$(41) \qquad |A^2(f)| < \frac{\mu m^2 x^2}{2}, \ldots |A^n(f)| < \frac{\mu m^n x^n}{n!} .$$

Queste disuguaglianze dimostrano che, secondo la locuzione introdotta al § 28, il raggio di convergenza di A nell' insieme C è infinito. Siamo dunque nel caso studiato al § 7. L' equazione

$$(b) \qquad \varphi - kA(\varphi) = 0$$

non ammette quindi soluzione per alcun valore di k; in altri termini, l' operazione A non ha invarianti in C. L' operazione

$$(a) \qquad \varphi - kA(\varphi) = f,$$

dove f è data in C e φ è incognita, ammette in C una soluzione, ed una sola, data per tutti i valori finiti di k e in tutto l' intervallo $0 \leq x \leq 1$, dalla serie uniformemente ed assolutamente convergente:

$$(42) \qquad \varphi(x) = \sum_{n=0}^{\infty} k^n A^n(f).$$

La serie (42) è una funzione trascendente intera in k.

35. Con procedimento dovuto al VOLTERRA (*) questa serie (42) si può modificare in modo notevole. Ponendo $\alpha_1(x, t)$ invece di $\alpha(x, t)$, si ha

$$A(f) = \int_0^x f(t)\alpha_1(x, t)dt;$$

ora si faccia analogamente

$$(43) \qquad A^n(f) = \int_0^x f(t)\alpha_n(x, t)dt;$$

ne verrà

$$AA^n(f) = A^{n+1}(f) = \int_0^x \alpha_1(x, t) \int_0^t f(t_1)\alpha_n(x, t_1)dt_1 dt,$$

ed applicando la nota formula per l' inversione delle integrazioni, dovuta a DIRICHLET, viene

$$A^{n+1}(f) = \int_0^x f(t_1) \int_{t_1}^x \alpha_1(x, t)\alpha_n(t, t_1)dt dt_1,$$

onde fra le α_n la relazione ricorrente:

$$(44) \qquad \alpha_{n+1}(x, t) = \int_0^x \alpha_1(x, u)\alpha_n(u, t)du.$$

La (44) viene così a scriversi:

$$(45) \qquad \begin{cases} \varphi(x) = f(x) + \int_0^x f(t) \sum_{n=1}^{\infty} k^n \alpha_n(x, t)dt \\ \alpha_1(x, t) = \alpha(x, t), \qquad \alpha_n(x, t) = \int_t^x \alpha_1(x, u)\alpha_{n-1}(u, t)du. \end{cases}$$

(*) *Atti della R. Accad. di Torino,* T. XXXI, 11 gennaio 1896.

È notevole la forma che si può dare qui alla legge degli indici:

$$A^{m+n} = A^m A^n .$$

Questa relazione si scrive infatti

$$\int_0^x f(t) \alpha_{m+n}(x, t) dt = \int_0^x \alpha_m(x, t) \int_0^t f(t_1) \alpha_n(t, t_1) dt_1 dt$$

ed applicando ancora l'inversione di DIRICHLET:

$$\int_0^x f(t) \alpha_{m+n}(x, t) dt = \int_0^x f(t_1) \int_{t_1}^x \alpha_m(x, t) \alpha_n(t, t_1) dt dt_1 ,$$

onde, la relazione valendo per ogni $f(t)$:

$$\alpha_{m+n}(x, t) = \int_t^x \alpha_m(x, u) \alpha_n(u, t) du . \tag{46}$$

Questa è la formula (7) della Memoria citata dal VOLTERRA.

36. L'applicazione così semplice della teoria generale, data al § 34, conduce anche alla soluzione, dovuta al LE ROUX e al VOLTERRA (*), di un problema d'inversione d'integrale definito. Sia f una funzione finita, continua, derivabile nell'intervallo $0 \ldots 1$, gli estremi compresi, e la cui derivata sia pure finita e continua nell'intervallo; sia inoltre $f(0) = 0$; sia $\alpha(x, t)$ finita e continua entro il quadrato

$$0 \leq x \leq 1 , \qquad 0 \leq t \leq 1 ,$$

e che ammetta in quel campo la derivata $\alpha(x, t)$ rapporto ad x, pure finita e continua. Si ponga

$$\alpha(x, x) = h(x) ,$$

e si supponga il limite inferiore dei valori assoluti di $h(x)$ differente da zero.

Sotto questa ipotesi, sia da risolvere, rispetto alla funzione incognita $\varphi(t)$, l'equazione funzionale

$$\int_0^x \varphi(t) \alpha(x, t) dt = f(x) ; \tag{47}$$

in altre parole, sia da eseguire l'inversione dell'integrale definito che costituisce il primo membro della (47).

Deriviamo pertanto la (47) rispetto ad x (**); viene

$$f(x) = \int_0^x \varphi(t) \alpha'(x, t) dt + \varphi(x) h(x) ,$$

ossia

$$\varphi(x) + \int_0^x \varphi(t) \frac{\alpha'(x, t)}{h(x)} dt = \frac{f'(x)}{h(x)} . \tag{48}$$

(*) Lavoro citato

(**) Seguendo in ciò il LE ROUX. *Annales de l'Éc. Normale*, S. II, T. VII, 1895. Cfr. PICARD, *Comptes Rendus*, 25 juillet 1904.

Indicando con A l'operazione espressa da

$$A(\varphi)=\int_0^x \varphi(t)\frac{\alpha'(x,t)}{h(x)}dt,$$

l'equazione (44) appartiene al tipo risoluto nei §§ precedenti, il parametro k avendo ora il valore -1. Esiste quindi per questa operazione una soluzione unica, data dalla serie uniformemente ed assolutamente convergente nell'intervallo $0\ldots 1$:

$$\varphi(x)=\frac{f'(x)}{h(x)}-A\left(\frac{f'}{h}\right)+A^2\left(\frac{f'}{h}\right)-\cdots; \tag{49}$$

e questa, col metodo indicato al § 35, si trasforma in

$$\left\{\begin{aligned} &\varphi(x)=\frac{f'(x)}{h(x)}-\frac{1}{h(x)}\int_0^x f'(t)\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\alpha_n(x,t)dt,\\ &\alpha_1(x,t)=\frac{\alpha'(x,t)}{h(t)},\qquad \alpha_n(x,t)=\int_0^x \alpha_1(x,u)\alpha_{n-1}(u,t)du,\end{aligned}\right. \tag{50}$$

che è la formula di VOLTERRA per la risoluzione della (47).

37. Importantissimo è l'altro caso di risoluzione dell'equazione lineare (α), trattato dal FREDHOLM (*). Consideriamo ancora l'insieme C delle funzioni finite e continue nell' intervallo $0\ldots 1$, e la funzione $\alpha(x,t)$ finita ed integrabile nel quadrato

$$0\leq x\leq 1,\qquad 0\leq t\leq 1.$$

L'operazione A sia ora data, f essendo un elemento arbitrario in C, da

$$A(f)=\int_0^1 f(t)\alpha(x,t)dt. \tag{51}$$

Questa operazione è evidentemente continua nel senso stabilito al § 1, e si ha, m e μ avendo lo stesso significato che al § 36:

$$|A^n(f)|<\mu m^n. \tag{52}$$

Il raggio di convergenza dell'equazione A nell'insieme C non è dunque inferiore ad $\frac{1}{m}$.

Per $|k|<\frac{1}{m}$, l'equazione

$$\varphi-kA(\varphi)=f \tag{a}$$

ammetto in C un'unica soluzione, data da

$$\varphi=\sum_{n=0}^{\infty}k^nA^n(f), \tag{53}$$

ed in corrispondenza non esistono invarianti di A.

(*) *Acta Math.*, T. XXVII, p. 365 (1903). L'Autore osserva (pag. 366) che la sua formula di risoluzione contiene come caso particolare quella del VOLTERRA.

38. La serie (53) è, per $|k| < \frac{1}{m}$, convergente assolutamente, ed uniformemente tanto rispetto ai varî elementi f di C, quanto rispetto ai valori $0 \leq x \leq 1$ della variabile. Ora il risultato del Fredholm si può, al nostro punto di vista, enunciare così:

« Esiste una funzione intera di k:

$$\delta(k) = 1 + g_1 k + \frac{g_2 k^2}{2!} + \cdots + \frac{g_n k^n}{n!} + \cdots \quad (\star) \tag{54}$$

« tale che il prodotto di $\delta(k)$ per la serie (53) dà:

$$\delta(k) \Sigma k^n A^n(f) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{k^n}{n!} G_n(f), \qquad G_0(f) = f; \tag{55}$$

« dove anche la serie del secondo membro è funzione intera in k. »

Per mostrare come ciò sia, si noti che dall'uguaglianza dei coefficienti di k^n, la (55) dà

$$\frac{G_n}{n!} = A^n + g_1 A^{n-1} + \frac{g_2}{2!} A^{n-2} + \cdots + \frac{g_{n-1}}{\overline{n-1}!} A + \frac{g_n}{n!} f.$$

onde segue subito la relazione ricorrente

$$n A G_{n-1} = G_n - g_n f; \tag{56}$$

relazione da cui, inversamente, si risale alla (55). Ora, posto

$$\int_0^1 \alpha(t, t) dt = g_1, \qquad \int_0^1 \begin{vmatrix} f(x) & f(t) \\ \alpha(x, t) & \alpha(t, t) \end{vmatrix} dt = G_2$$

si ha subito la (56) per $n = 1$; posto

$$\int_0^1 \int_0^1 \begin{vmatrix} \alpha(t, t) & \alpha(t, u) \\ \alpha(u, t) & \alpha(u, u) \end{vmatrix} dt du = g_2,$$

$$\int_0^1 \int_0^1 \begin{vmatrix} f(x) & f(t) & f(u) \\ \alpha(x t) & \alpha(t t) & \alpha(u t) \\ \alpha(x u) & \alpha(t u) & \alpha(u u) \end{vmatrix} dt du = G_n$$

si verifica immediatamente la (56) per $n = 2$. E così via; facendo cioè in generale:

$$\int_0^1 \int_0^1 \cdots \int_0^1 \begin{vmatrix} \alpha(t_1 t_1) & \alpha(t_1 t_2) & \ldots & \alpha(t_1 t_n) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \alpha(t_n t_1) & \alpha(t_n t_2) & \ldots & \alpha(t_n t_n) \end{vmatrix} dt_1 \cdots dt_n = g_n,$$

$$\int_0^1 \int_0^1 \cdots \int_0^1 \begin{vmatrix} f(x) & f(t_1) & \ldots & f(t_n) \\ \alpha(x t_1) & \alpha(t_1 t_1) & \ldots & \alpha(t_1 t_n) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \alpha(x t_n) & \alpha(t_n t_1) & \ldots & \alpha(t_n t_n) \end{vmatrix} dt_1 \cdots dt_n = G_n(f),$$

(*) Detto dal Fredholm *determinante* dell'equazione (a).

si verifica la (56) per un valore qualunque di n. Allora mediante l'applicazione di un teorema di HADAMARD sul valore assoluto massimo di un determinante, il FREDHOLM nota che è

$$|g_n| < \mu^n \sqrt{n^n}, \qquad |G_n| < \mu^{n+1} \sqrt{(n+1)^{n+1}},$$

ed è quindi dimostrato che le serie

$$\delta(k), \qquad \sum \frac{k^n}{n!} G_n(f)$$

sono funzioni intere di k. La formula (35) è così dimostrata.

39. È ora facile d'applicare a questo caso le cosidette considerazioni generali della teoria del Cap. III. Siano $k_1, k_2, \ldots k_n, \ldots$ le radici della funzione intera $\delta(k)$ in ordine di modulo crescente, e siano $s_1, s_2, \ldots s_n, \ldots$ i rispettivi ordini di moltiplicità. Poniamo, r essendo un numero positivo arbitrariamente grande, che $k_1, k_2, \ldots k_m$ siano tutte e sole le radici di modulo inferiore ad r, e facciamo

$$\delta_m(k) = \left(1 - \frac{k}{k_1}\right)^{s_1} \left(1 - \frac{k}{k_2}\right)^{s_2} \cdots \left(1 - \frac{k}{k_m}\right)^{s_m},$$

$$\delta(k) = \delta_m(k) \rho_m(k).$$

Si ha allora, dalla (55), dapprima per $|k| < \frac{1}{m}$:

$$\delta_m(k) \sum_{n=0}^{\infty} k^n A^n(f) = \frac{1}{\rho_m(k)} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{k^n}{n!} G_n(f), \tag{57}$$

e scrivendo

$$\delta_m(k) = 1 + a_{m1} k + a_{m2} k^2 + \cdots a_{mq} k^q,$$

la (57) diviene

$$\sum_{n=0}^{\infty} k^n (A^n + a_{m1} A^{m-1} + a_{m2} A^{m-2} + \cdots a_{mq} A^{m-q}) = \frac{1}{\rho_m(k)} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{k^n}{n!} G_n(f), \tag{57'}$$

dove ora il confronto col secondo membro dimostra la convergenza assoluta ed uniforme del primo membro per tutti i valori di k inferiori ad r in valore assoluto. L'applicazione della operazione

$$A^q + a_{m1} A^{q-1} + \cdots a_{m\,q-1} A + a_{m\,q}$$

agli elementi di C aumenta dunque fino ad r il raggio di convergenza, e ci troviamo così nel caso studiato al Cap. III. Per ogni valore di k diverso da $k_1, k_2, \ldots$ l'equazione (a) ammette una soluzione ed una sola: per ogni valore $k = k_i (i = 1, 2, \ldots)$, l'equazione ammette infinite soluzioni, che si ottengono da una di esse aggiungendo un elemento dell'insieme invariante relativo a k_i, ed il metodo del citato Cap. III insegna colla serie T, a trovare una delle soluzioni, e colle serie L, a trovare gli elementi invarianti.

40. I casi che rientrano nelle teorie del Cap. III, come quello di un insieme C ad m dimensioni, quello trattato dal LE ROUX e dal VOLTERRA e quello considerato in

generale dal FREDHOLM, non sono però i soli che si possano presentare. Anzi si potrebbero riguardare questi, dove gli elementi invarianti si presentano solo per valori speciali del parametro k, come singolarmente semplici. Per mostrare, con un esempio ovvio, come si possa invece verificare il caso che per ogni valore di k si presentino elementi invarianti, consideriamo l' operazione A ridotta alla semplice operazione D di derivazione.

L' equazione

$$\varphi - kD\varphi = f, \tag{58}$$

dove f è, p. es., una funzione finita è continua nell' intervallo $0 \ldots 1$, ammette infinite soluzioni parimente finite e continue per ogni valore di k; esse si ottengono da una qualunque di esse coll' aggiunta del termine

$$ce^{\frac{x}{k}}$$

c essendo una costante arbitraria. In altri termini, l' elemento invariante, soluzione di

$$\varphi - kD\varphi = 0 \tag{59}$$

è funzione continua di k, invece di esistere, come nei campi C degli esempi precedenti, solo per valori particolari e discreti di k.

La serie

$$\Sigma k^n D^n f \tag{60}$$

è generalmente divergente e non vale a dare la soluzione dell' equazione (58) se non in un campo funzionale limitato. Questo campo è l' insieme C' delle funzioni intere d' ordine 1

$$\varphi = \sum_0^\infty \frac{c_n x^n}{n!}$$

per le quali

$$|c_n| < \frac{m}{r^n}, \qquad r < |k|.$$

Le derivate delle funzioni di C' appartengono evidentemente all' insieme C' stesso.

Per ogni elemento f di C', la serie (60) è assolutamente ed uniformemente convergente ed appartiene a C' stesso; inoltre è la sola soluzione di (58) appartenente a questo insieme. Ma non si può applicare la teoria generale in quanto permette di aumentare il raggio di convergenza di D; a meno che non si restringa ancora il campo C' riducendolo all' insieme delle funzioni della forma

$$\Sigma g_n e^{\frac{x}{k_n}},$$

dove il numero dei termini è finito, o, se infinito, dove la serie, insieme a quelle ottenute mediante la derivazione termine a termine di tutti gli ordini, è convergente e rappresenta un elemento di C.

INDICE

MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA

SERIE VI. – TOMO III.

Fascicoli Terzo e Quarto.

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1906

Rassegna critica delle specie paleartiche del genere Myrmecocystus.

MEMORIA

DEL

Prof. CARLO EMERY

letta nella Sessione del 28 Gennaio 1906

(CON FIGURE INTERCALATE NEL TESTO)

Nel corso degli studi che vado facendo per un libro sulle Formiche paleartiche, ho incontrato nelle specie del genere *Myrmecocystus* una grande confusione, per la qual cosa ho dovuto farne uno studio critico preliminare. I risultati di siffatto studio sono oggetto del presente lavoro.

Prenderò successivamente in esame le singole specie e i gruppi di specie tra loro prossime.

M. cursor Fonsc.

Questa specie è stata istituita dal Fonscolombe per la femmina della forma che abita la Francia meridionale.

Più tardi, il Nylander descrisse sotto il nome di *Formica aenescens* l'operaia della forma che si trova nella Russia meridionale. — Se si confrontano le operaie delle due forme, le differenze sono insignificanti. Nelle francesi, lo splendore metallico è limitato al gastro, mentre nelle russe e orientali in generale, tutto il corpo apparisce più o meno bronzino. Si osservano più di frequente e più copiosi negli esemplari francesi peli ritti sullo scapo, particolarmente nei più grandi, che il Forel ha voluto distinguere col nome di var. *piliscapa*.

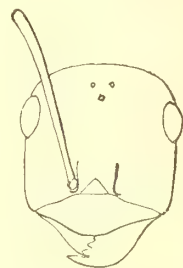



Fig. 1. *M. cursor aenescens* ♀, capo.

Fig. 2. *M. cursor aenescens* ♂, metà sinistra dell'armatura copulatrice senza le sagitte, veduta obliquamente : *a* esemplare di Ungheria, *b* di Russia, *c* del Tibet ; in *b* è disegnata anche la lamina subgenitale.

Invece, i maschi che provengono dall'Ungheria, dalla Russia, dall'Asia centrale e dal Tibet differiscono da quelli di

Francia per la lamina subgenitale che si prolunga a punta nel mezzo, e ancora per l'appendice dorsale dello stipite dell'armatura genitale, molto più grande e larga nelle forme orientali. Recentemente il RUZSKY ha descritto questa forma orientale sotto il nome di var. *caspia*, il quale deve essere abbandonato, come sinonimo del nome più antico di *aenescens* NYL.

Nei maschi di Francia, la lamina subgenitale ha il lobo mediano largamente ritondato o inciso nel mezzo, ma sempre poco sporgente; l'appendice dello stipite e più piccola e più ritondata; la squama genitale ha un notevole prolungamento del suo angolo posteriore dorsale.

Per queste differenze sarà d'uopo separare dalla forma tipica, *M. cursor cursor*, le forme ungheresi e russo-asiatiche; queste costituiranno una sottospecie col nome di *M. cursor aenescens* NYL.

Fig. 3. *M. cursor cursor* ♂ di Francia, metà sinistra dell'armatura copulatrice come sopra; a destra la lamina subgenitale di 3 esemplari.

Il *M. tancrei* FOR. della Persia è semplice varietà dell'*aenescens* dal quale differisce pel colore meno scuro, con splendore bronzino generalmente nullo e per la sutura promesonotale debole o indistinta.

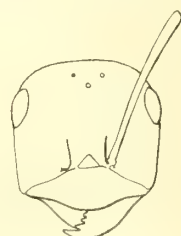
Altra forma della specie è il *M. cursor helenicus* FOR. che non ho esaminato. Esso è di colore chiaro, col gastro bruno; secondo la descrizione, nella operaia l'epinoto è più lungo, col profilo più angoloso e la squama peziolare è più grossa.

Per la forma dell'epinoto sembra avvicinarvisi una varietà di Candia; l'operaia ha il colore scuro e lo splendore bronzino della forma *aenescens* alla quale è molto prossima. Di questa forma che designerò col nome di var. *cretica* n. ho ricevuto anche un maschio. In esso, la lamina subgenitale ha il lobo mediano sporgente, ma non acuminato, e invece inciso nel mezzo; l'appendice dello stipite è piccola e ritondata. Poichè l'esemplare è di giusta statura, non v'ha luogo di attribuire i suoi caratteri particolari a difetti di sviluppo, del genere di quelli che descriverò più oltre nei maschi del *M. bicolor*.

Fig. 4. *M. cursor aenescens*, var. *cretica* ♂; armatura copulatrice e lamina subgenitale.

Una forma molto ben distinta trovasi in Italia, limitata però al versante adriatico meridionale. I miei esemplari sono di Foggia e di Lecce. Tutto l'insetto sembra più tozzo del tipo e della sottosp. *aenescens*, l'epinoto angoloso come nella var. *cretica*; il capo è notevolmente più corto che nelle altre forme, non più lungo che largo, meno prolungato dietro gli occhi (veggasi la figura). Designerò questa forma come sottospecie col nome di *M. cursor italicus*. Il maschio non è conosciuto.

Fig. 5. *M. cursor italicus* ♀, capo.

Nelle femmine di tutte le forme del *M. cursor* che ho vedute, le tibie portano lunghi peli ritti che non si trovano nelle operaie.

La corologia del *M. cursor* è molto interessante ed offre un caso tipico di distribuzione discontinua:

La forma tipica sembra confinata nella Francia meridionale. Essa non oltrepassa le Alpi, nè io l'ho mai ricevuta dalla Spagna, per cui dubito fortemente che la indicazione del MEDINA, il quale dice di aver raccolto femmina e maschio in Andalusia, sia fondata sopra un errore di determinazione. Essa si trova quindi totalmente separata dalla sottospecie *aenescens*, la quale occupa un territorio vastissimo, estendendosi dall'Ungheria attraverso la Russia e le pianure dell'Asia centrale fino al Tibet. Secondo RUZSKY, è specie caratteristica della steppa.

Un'altra forma rassomiglia nella sua distribuzione geografica al *M. cursor*, ed è la *Formica nasuta* NYL. Forse vi si associa ancora il *Lasius carniolicus* MAYR, ma questa ultima è specie difficile a scoprire e non sarebbe impossibile che un giorno o l'altro la si venisse a trovare nella pianura del Po, congiungendo insieme il territorio occidentale della specie con l'orientale. Tanto la *F. nasuta* quanto il *L. carniolicus* si trovano nella Spagna e nella Francia meridionale, ed hanno in Oriente un'area vastissima e non ancora sufficientemente determinata.

La distribuzione del *Messor structor* LATR. presenta anch'essa qualche analogia con quella delle specie precedenti, ma non è discontinua. Havvi anche qui una forma francese isolata e un gruppo di forme orientali che risalgono lungo la valle del Danubio fino a Vienna, ma una forma tirrena è diffusa in Italia, nelle isole italiane e nella Spagna; per i suoi caratteri morfologici, quest'ultima è differente dal tipo francese, e si connette piuttosto con le forme balcaniche.

Nessuna delle quattro specie è stata finora trovata in Africa; ritengo molto sospetta la provenienza di una femmina di *M. cursor* della mia collezione con cartellino Costa d'Oro (Africa occ.).

Io credo che *Myrmecocystus cursor*, *Formica nasuta*, *Lasius carniolicus* e *Messor structor* siano da considerarsi come membri della fauna delle steppe asiatiche che invase l'Europa centrale nel periodo successivo al ritiro dei ghiacciai. La loro area di diffusione dovette essere da prima continua ed estendersi attraverso le pianure germaniche nella Francia, raggiungendo le vallate del Reno e del Rodano, ma fu spezzata dai mutamenti del clima e delle condizioni di esistenza in generale che seguirono lo sviluppo del manto di foreste, il quale per lungo volgere di secoli coprì gran parte della Germania. Pel *Messor structor*, la continuità si è trovata in qualche modo ristabilita, perchè, per altra via, e presumibilmente dalla penisola balcanica, la specie potè invadere l'Italia e le terre bagnate dal Tirreno. Un fatto consimile avverrebbe se il *Myrmecocystus cursor* giungesse dalla sua colonia pugliese a superare il Gargano e invadere, costeggiando l'Adriatico, la pianura lombarda.

M. frigidus ER. ANDRÉ.

La forma descritta dall'ANDRÉ come varietà del *M. cursor* mi sembra dover costituire una specie a sè. Essa differisce dalle forme enumerate sopra, non solo per la forma del pronoto e della squama peziolare, caratteri noverati dall'ANDRÉ, ma ancora per la forma

più tozza, il capo più corto, distintamente ristretto in avanti, e molto più grande rispetto alla lunghezza totale dell'insetto. Le antenne e le zampe sono molto più corte. Oltre all'esemplare tipico dell'Antilibano mandatomi dall'autore, riferisco a questa specie degli esemplari di Sciraz in Persia che ebbi dal Museo imperiale di Vienna sotto il nome inedito di *Cataglyphis persica* Mayr. Essi differiscono dal tipo pel colore molto più chiaro, giallo bruno, col capo rossiccio e le mandibole ferruginee. Il massimo esemplare misura 7,3 mm. ed ha il capo largo 2 mm., cioè eguale in larghezza a quello di esemplari molto maggiori del *M. cursor*. In questo esemplare, lo scapo oltrepassa l'occipite molto meno che nel *M. cursor*, gli occhi sono meno convessi che in quella specie e situati più lontano dal margine laterale del capo, per cui non sporgono sul contorno laterale. Siffatte differenze sono meno manifeste nell'esemplare tipico che è una operaia media, meno ancora in un piccolo esemplare della forma *persica*. Io considero questa come una varietà di colore più chiaro del *M. frigidus*. La scultura del *M. frigidus* e della var. *persica* è più sottile che nel *M. cursor*, il gastro fortemente lucido. — Lungh. massima osservata: 7,3 mm.

Fig. 6. *M. frigidus* ☿, capo.

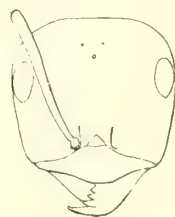



Fig. 7. *M. frigidus* var. *persica* ☿.

M. pallidus Mayr.

Questa specie è stata accuratamente descritta dal Mayr. Alla descrizione dell'operaia conviene aggiungere che il gastro è opaco, come nel *M. bombycinus*. Il Mayr assegna alla operaia la dimensione massima di 4,2 mm. Il Ruzsky 5 mm.; sembra dunque il più piccolo dei *Myrmecocystus*; do la figura del capo di un esemplare tipico della mia collezione (Turkestan, viaggio Fedtschenko) di lunghezza poco inferiore a 5 mm.

Fig. 8. *M. pallidus*, ☿; capo.

Grazie alla cortesia del prof. Mayr il quale mi ha comunicato l'unico maschio della sua collezione, sono in grado di pubblicare una figura dell'armatura genitale, notevole per la squamula che si prolunga in dietro ad uncino. Lo stipite non ha appendice, ma soltanto un rudimento di essa; la volsella è lunga e torta, e piegata ad angolo verso l'estremità.

Fig. 9. *M. pallidus*, ♂; armatura copulatrice (metà sinistra) e lam. subgenitale.

M. albicans Rog.

Il gruppo di forme raccolto sotto il nome specifico di *M. albicans* costituisce attualmente un labirinto inestricabile. Recentemente il Forel ha distinto come sottospecie parecchie di queste forme; ed io mi trovo costretto ad accrescerne ancora il numero; ma il materiale scarso che ho a mia disposizione mi rende diffidente, perchè in questo stesso materiale, mi sembra di trovare la prova che taluni caratteri, ai quali si è soliti attribuire valore diagnostico, sono fortemente variabili. Così p. es. la forma del peziolo. Questo varia,

non solo a norma della grandezza degli esemplari, essendo più alta e più squamiforme nelle operaie maggiori, più bassa e nodiforme nelle minori, nella qual cosa segue la norma generale delle Camponotinae, ma presenta ancora, indipendentemente dalla statura, differenze ragguardevoli da individuo a individuo. A prova di questo, ho rappresentato nella fig. 13 il profilo del peziolo di tre esemplari di quella forma di Spagna che va riferita a torto alla sottospecie *viaticoides*. La differenza tra il più alto e il più basso di quei profili è maggiore che tra quest' ultimo e la forma maroccana *cubicus* For.

La forma del capo si modifica anch' essa un poco con la statura: gli esemplari più grandi hanno il capo un poco più lungo relativamente alla larghezza, e più largo d' innanzi, ossia più rettangolare. Questa condizione deve renderci guardinghi nello stabilire nuove suddivisioni della specie sopra piccole differenze nella forma del capo.

Con la grandezza del corpo varia talvolta anche la scultura. Esemplari piccoli sogliono essere più lucidi. Il Roger, descrivendo il tipo della specie sopra piccoli individui, lo disse in gran parte lucidissimo; e tali sono invero le piccole operaie di Tunisia di quella forma che, col Forel, io considero come rispondente al tipo; ma gli esemplari maggiori hanno il capo e il torace molto più fortemente sculturati e più o meno opachi.

È molto difficile giudicare del valore diagnostico della pubescenza bianchiccia più o meno densa e più o meno estesa in avanti sul torace. Lo stato di conservazione degli esemplari che si trovano nelle collezioni non è sempre tanto perfetto da escludere il sospetto che laddove quella pubescenza manca, ciò non sia effetto di abrasione.

Tenuto conto di quanto precede, io mi sono proposto di conservare finchè reggono alla critica le suddivisioni della specie che sono state finora definite, ma di non crearne di nuove, se non quando questo divenga necessario per evitare che l' attuale confusione si perpetui e cresca.

Forse la conoscenza dei maschi potrà più tardi fornire criteri migliori per la separazione delle varie forme e pel riconoscimento delle loro affinità reciproche. I pochi esemplari di quel sesso che ho veduti offrono in fatti differenze molto notevoli nella struttura dell' armatura copulatrice; ma ignoro a quali forme di operaie alcune di esse siano riferibili.

Le numerose forme si possono partire nelle sottospecie seguenti:

M. albicans albicans Rog. — Il colore dell' operaia è bruno scuro o nero, col capo talvolta in parte rosso scuro; scultura sottile e tegumento notevolmente lucido negli esemplari piccoli e mezzani. Il capo è subquadrato, con angoli posteriori ritondati, un poco più corto che nella sottosp. *ruber*, col margine poco arcuato. Forel assegna 7 mm. come dimensione massima di questa forma tipica della specie, anzi, cita esemplari eccezionali di 8 mm.

Il maschio è stato raccolto in Tunisia con le operaie dal Dott. Santschi. — Esso è più piccolo delle altre forme della specie e di colore scuro, opaco, col gastro bruno, alquanto più chiaro e più lucido del resto. Peziolo con squama più alta che grossa alla base, assottigliata a cuneo nella parte superiore. Capo corto, poco prolungato dietro gli occhi.

L'armatura copulatrice è molto caratteristica: la squamula ha un grande prolungamento dorsale diritto; lo stipite è sottile, senz'appendice, la volsella stretta e acuminata, non ritorta. In questa e nelle altre forme che attribuisco alla specie, le sagitte hanno ciascuna presso l'estremità un sottile processo dorsale che costituisce col compagno una forca caratteristica. La lamina subgenitale è incavata e fornita nel mezzo di una piccola punta. — Questo maschio differisce molto da quello descritto dall'ANDRÉ, e di cui mi occuperò più innanzi.

Fig. 10. *M. albicans albicans*, ♂; capo.

Fig. 11. *M. albicans albicans* ♂; metà sinistra dell'armatura copulatrice, veduta obliquamente di fianco e veduta direttamente di dietro; in basso la lamina subgenitale.

La forma tipica della specie si trova in Algeria e in Tunisia.

var. ***fortis*** FOR. — Capo dell'operaia come nel tipo; statura maggiore; zampe più lunghe: lung. mass. 10 mm., tibia post. 3,8 mm. Colore come nelle forme più scure del tipo; scultura più forte.

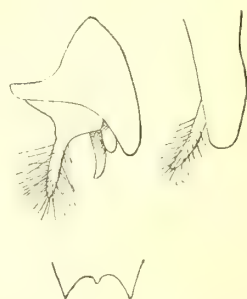
Algeria.

M. albicans ibericus n. subsp. — L'operaia si distingue appena dal tipo pel capo un poco più allungato e in certo modo intermedio nella sua forma tra il tipo e la var. *rosenhaueri* della sottosp. *ruber*. Le antenne e le zampe sembrano più sottili, più snelle a parità di statura, ma queste differenze sono appena apprezzabili; io non avrei stabilito su di esse neppure una varietà geografica, se non esistessero nel maschio differenze grandissime.

Il maschio è stato descritto dall'ANDRÉ; io stesso ne ho ricevuto vari esemplari dalla Spagna. Esso è molto più grande del tipo, di colore bruno scuro, quasi nero; mandibole e antenne brune, funicolo più chiaro, gastro rosso-bruno o rosso. Il capo è molto più allungato. La lamina subgenitale non ha sempre nel mezzo i denticelli descritti dall'ANDRÉ. La squamula non è sensibilmente prolungata al suo angolo postero-dorsale; lo stipite ha nel posto dell'appendice un tubercolo poco appariscente; la volsella è piatta, curva e acuminata a forma di trincetto. Le sagitte sono come nel tipo.

Fig. 12. *M. albicans ibericus*, ♂; armatura copulatrice senza le sagitte; a destra l'estremità delle sagitte; in basso la lamina subgenitale.

Questa forma è propria della Spagna e del Portogallo.

M. albicans ruber FOR. — Sotto questo nome io comprendo la forma algeriana rossa col gastro nero; cioè tanto il tipo descritto sotto tal nome dal FOREL quante altre forme più piccole che il FOREL designa col nome di *viaticoides*. Il capo è un poco più quadrato, cioè con angoli posteriori più marcati, meno ritondati che nell'*albicans albicans*;

ad eguale statura, la scultura è un poco più forte e la superficie del capo meno lucida che nel *M. albicans albicans*.

Abita il deserto sabbioso in Algeria e in Tunisia.

var. ***rosenhaueri*** n. — Designo con questo nome la forma rossa col gastro nero della Spagna meridionale. È più grande della forma *ruber* tipica, con scultura un poco più debole e per conseguenza con tegumento più lucido, ma non molto. Il capo è molto più lungo che nella forma precedente, ben distintamente più lungo che largo; l'insenatura del margine laterale presso la base delle mandibole è molto più marcata che nel *ruber* tipico, meno che nella var. *cubica*. Massima grandezza osservata 7 mm.

Fig. 13. *M. albicans ruber* var. *rosenhaueri*, ☿; capo di esemplare massimo e profilo del peziolo di 3 diversi esemplari.

var. ***cubica*** For. — Scultura dell'operaia come nella var. *rosenhaueri*, colore delle parti rosse un poco più scuro, zampe in parte brune; il capo è un poco più largo, con gli angoli posteriori più marcati; il margine laterale delle mandibole è più fortemente inflesso; la squama peziolare è un poco più bassa che negli esemplari estremi della var. *rosenhaueri*, ma se si tien conto della grande variabilità del peziolo in quest'ultima, la differenza non apparisce di molta importanza.

È stata trovata finora soltanto nel Marocco.

Forel dice che la femmina è notevole per la squama peziolare più bassa e nodiforme che in *albicans* tipico e in *viaticoides*.

Fig. 14. *M. albicans ruber*, var. *cubica*, ☿; capo e peziolo.

M. albicans viaticoides Er André — Adopero il nome di questa forma in senso ristretto, esclusivamente per gli esemplari orientali pei quali è stato creato; ho d'innanzi una operaia di Beirut del viaggio Abeille (esemplare tipo) e una di Gerusalemme; questa è la maggiore e misura poco meno di 6 mm. Il capo è allungato, quasi come nella var. *rosenhaueri*, con gli angoli posteriori ritondati; i lati del capo convergono un poco dagli occhi in avanti. Il colore è molto chiaro e il gastro bruno anzichè nero; il tegumento è molto lucido, particolarmente il capo.

La var. ***mixta*** For. fondata su esemplari di Adrianopoli in Turchia sembra avvicinarsi a questa forma; la descrizione non è sufficiente.

var. ***lutea*** n. — Alcune operaie di Persia (viaggio Doria) sono totalmente gialle ed hanno il capo meno lucido, ancora più lungo che nelle forme precedenti; la squama peziolare è cuneiforme, relativamente alta. Sono questi gli esemplari che determinai a torto per *M. pallidus* nel Catalogo delle Formiche del Museo civico di Genova. L. mass. 6,2 mm.

M. albicans lividus Er. André — Operaia. Oltre il colore giallo pallido, la peluria bianca copiosa e la scultura del capo che rimane appena un poco lucido di dietro, questa sottospecie è contraddistinta dalla forma del capo. Esso è molto corto, cogli occhi situati molto in dietro e col margine posteriore arcuato, senza angoli posteriori distinti.

Siria.

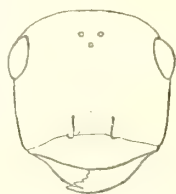
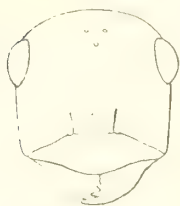



Fig. 15. *M. albicans lividus*, ☿ ; capo. Fig. 16. *M. albicans lividus*, var. *arabica*, ☿ ; capo.

var. ***arabica*** n. — Alcune operaie di Aden hanno il capo ancora più corto che nella forma precedente e molto più lucido, quasi quanto nella var. *mixta*; il peziolo è basso, l' angolo dorsale del suo profilo quasi retto.

M. albicans vaucheri n. — Operaia. Nera, con riflesso submetallico, mandibole, antenne, trocanteri, ginocchi, tibie e tarsi bruni, occipite, pronoto e gastro lucidissimi, vertice e fronte sottilissimamente striati per lungo, mediocremente lucidi, mesonoto lucido, trasversalmente striato, epinoto e pleure sottilissimamente striati, opachi e vestiti di pubescenza bianchiccia. Forma tozza, col capo grosso, largo, distintamente ristretto dagli occhi in avanti, particolarmente nei piccoli esemplari; dietro gli occhi, il margine occipitale forma una curva distesa senza angoli distinti. — Lungh. mass. 6 mm.; capo senza le mandibole 1,6 × 1,7; tibia post. 2 mm.

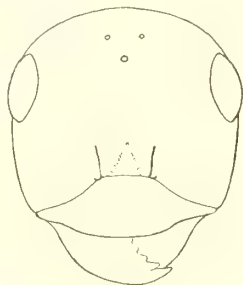
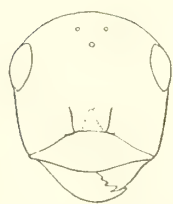



Fig. 17. *M. albicans vaucheri*, ☿ ; capo e peziolo di esemplare massimo e minimo.

Raccolta a Mogador dal sig. H. Vaucher.

var. ***cana*** n. — Forma come sopra; capo, torace, peziolo e membri rosso bruno, anche e femori più o meno picei, gastro piceo, submetallico; capo lucido, tutto il torace e il peziolo subopachi, copiosamente rivestiti di peluria bianca.

Marocco, strada di Marrakech, sig. Vaucher.

Mayr nella sua memoria sulle formiche del viaggio Fedtschenko, e Ruzsky nel suo recente e voluminoso libro sulle formiche della Russia segnalano varietà di diversi colori del *M. albicans* provenienti dall'Asia centrale. A me sono ignote in natura, eccezione fatta per la forma gialla di Persia descritta sopra. Dalle note pubblicate, nelle quali è fatta menzione quasi soltanto del colore e della pubescenza, non è possibile stabilire a quali sottospecie esse debbano essere riferite.

Faccio seguire la descrizione di due forme di maschi, ricevuti isolati e che non posso attribuire neppure con probabilità ad una determinata forma di operaie.

Due maschi del Caucaso comunicatimi dal sig. André differiscono dalla forma di Spagna (*M. albicans ibericus*) per avere l' appendice dello stipite affatto rudimentale;

la squamula tende a prolungarsi un poco al suo angolo postero-dorsale. Colore un poco più chiaro; torace in parte rossiccio.

Due maschi del Marocco offrono differenze molto maggiori; tutto il corpo è rosso, i lati del mesonoto bruni. Nell' armatura copulatrice l' angolo postero-dorsale della squamula è fortemente prolungato in un largo lobo; l' appendice dello stipite è quasi come nel tipo di Spagna, ma la lacinia è lunga molto e larga, e la volsella ha una forma molto differente, torta e troncata all'apice, per cui ricorda un poco il *M. pallidus.*

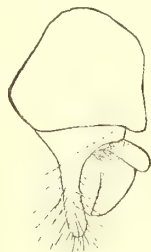



Fig. 18. *M. albicans* var. ?, ♂, del Caucaso.

Fig. 19. *M. albicans* var. ?, ♂, di Tangeri; metà sinistra dell'armatura genitale meno le sagitte, veduta obliquamente; a destra la volsella e la lacinia vedute di dietro.

Gruppo delle forme affini al *M. viaticus* F.

Il complesso di forme di cui passo ad occuparmi va oggi compreso dagli autori sotto i due nomi specifici di *M. viaticus* F. e *M. altisquamis* Er. André.

Il tipo della specie *M. viaticus* (*Formica viatica* F.) abita la Spagna, e non è stato finora trovato altrove. Per la squama peziolare relativamente alta e alquanto assottigliata superiormente, differisce dalla forma dei deserti, diffusa in buona parte dell'Africa settentrionale e dell'Asia occidentale e centrale, nella penisola dei Balcani e nell' Ungheria, la quale dà luogo in quel suo vasto territorio a diverse forme geografiche. Quest' ultimo gruppo di forme è attualmente noto sotto il nome di *M. viaticus desertorum* For.; esso dovrà più correttamente assumere quello di *M. bicolor* F. sotto il quale il Fabricio ne descrisse anticamente il maschio sopra esemplari di Barberia. — Per le ragioni che dirò più avanti, io ritengo che il *M. viaticus* deve essere separato specificamente dal *M. bicolor*.

Al *M. bicolor* si connettono come sottospecie altre forme, come *megalocola* Foerst., *diehli* For., *niger* Er. André, *setipes* For., *seticornis* Emery e *adenensis* For.

Vengo al *M. altisquamis*: questa specie fu istituita dall'André sopra una operaia raccolta dall'Abeille nell'Antilibano. Più tardi lo stesso André attribuì alla medesima specie una forma molto diffusa nei monti dell'Algeria e della Tunisia, e che differisce dal tipo pel colore in parte rosso e per altri caratteri in parte già rilevati dall'André.

Questo autore ha avuto la cortesia di mandarmi per esame il suo tipo, e così mi è stato possibile di istituire confronti con altre forme. Offro al lettore alcuni disegni delle parti più caratteristiche di questo insetto (fig. 20).

Il *M. altisquamis* assomiglia alla forma algeriana finora confusa con esso per il peziolo alto e squamiforme e per i palpi mascellari molto meno allungati che nel *M. bicolor*, con l'articolo 5 poco più lungo del 6. — Ne differisce pel colore tutto nero, per la squama peziolare più sottile con le facce anteriore e posteriore più parallele e principalmente pel capo relativamente largo, poco più lungo che largo. In questo punto rassomiglia più al *M. bicolor* che al sedicente *altisquamis* africano; io designo quest' ultimo col nome di *viaticus mauritanicus*, che riferisco come sottospecie al *M. viaticus* di Spagna.

In questo, come nel *mauritanicus*, il capo è molto meno largo che nell' *altisquamis*, subrettangolare, ben più lungo che largo, col margine occipitale ritondato nel *viaticus*, più diritto nel *mauritanicus*; la squama peziolare è più bassa e più grossa nel *viaticus* che nel *mauritanicus*, ma ben più alta che nelle forme varie del *M. bicolor*; in entrambi, i palpi mascellari sono molto più corti che nel *M. bicolor*, col penultimo articolo poco più lungo del seguente. — Nel *M. bicolor* i palpi mascellari sono molto più lunghi e il penultimo articolo è circa due volte lungo quanto il seguente. I peli di questi palpi sono ancora più lunghi, ma meno numerosi nel *M. bicolor*.

Il *M. foreli* Ruzsky delle steppe dell'Asia centrale si avvicina al vero *M. altisquamis*; ne differisce per la statura massima maggiore, per gli occhi più grandi, il peziolo più basso e più grosso, meno squamiforme. D'accordo col Forel lo considero come sottospecie del *M. altisquamis*.

Non conoscendo in natura le forme descritte coi nomi di var. *bucharica* For. e var. *jakobsoni* Ruzsky, sono incerto se meritano di essere separate dal tipo di *altisquamis*. Nel descriverle, gli autori, i quali non conobbero quel tipo, le paragonano al *M. viaticus mauritanicus*, da essi creduto identico all' *altisquamis*.

In conseguenza di questa discussione dei caratteri delle operaie, io ritengo che le forme componenti il complesso *viaticus-altisquamis* debbano partirsi in tre specie:

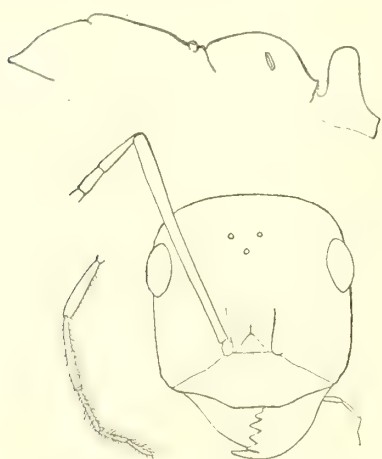



Fig. 20. *M. altisquamis*, ☿; esemplare tipico della coll. André: profilo del torace e peziolo, capo e palpo mascellare, questo più fortemente ingrandito.

M. altisquamis Er. André.

Capo dell' operaia appena più lungo che largo; palpi mascellari mediocremente allungati, con peli brevi e fitti; articolo 5 poco più lungo del 6; colore sempre nero. — Il ♂ è ignoto. Comprende due sottospecie:

M. altisquamis-altisquamis Er. André (con var. *bucharica* For., *jakobsoni* Ruzsky e *gracilens* Ruzsky). Asia occidentale e centrale; etologia ignota.

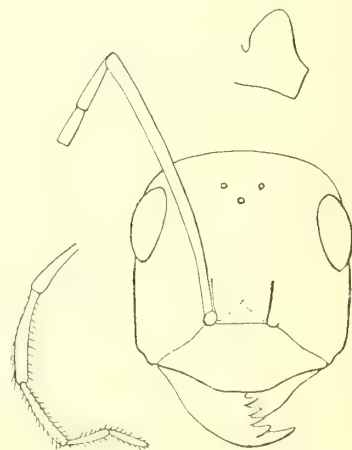



Fig. 21. *M. altisquamis foreli*, ☿; tipo di Ruzsky; peziolo, capo e palpo, questo più fortemente ingrandito.

M. altisquamis foreli RUZSKY. Asia centrale e Russia meridionale (un esemplare di Sarepta nella coll. ANDRÉ). Secondo il RUZSKY, abita le steppe dal suolo duro e argilloso.

M. viaticus F.

Capo dell' operaia molto più lungo che largo; palpi mascellari come nell' *altisquamis*: peziolo più o meno elevato, conico o squamiforme, non foggiato a nodo ritondato come nel *M. bicolor*; capo e torace rosso scuro, di rado tutto l'insetto è nero. Tre sottospecie;

M. viaticus viaticus F. e ***viaticus hispanicus*** FOR.; abitano la Spagna meridionale.

M. viaticus mauritanicus EMERY, nom. nov. (*altisquamis* auct.); Tunisia, Algeria, Marocco; nidi nelle praterie dei monti.

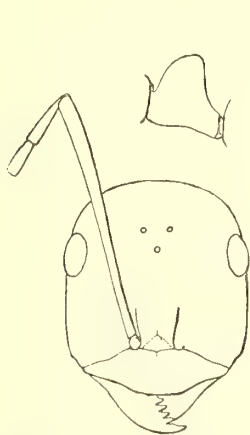



Fig. 22. *M. viaticus viaticus*, ☿ massima di Spagna; peziolo e capo.

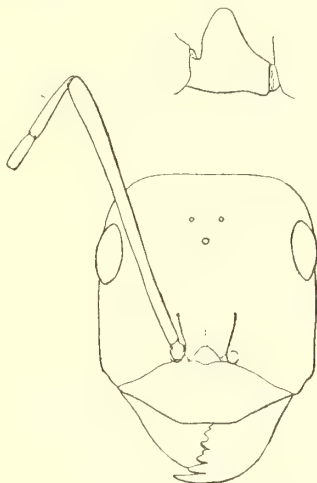



Fig. 23. *M. viaticus mauritanicus*, ☿ gigantesca del Marocco.

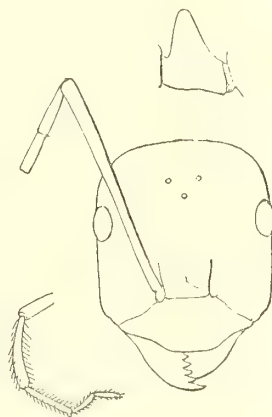



Fig. 24. *M. viaticus mauritanicus*, ☿ di Algeria; il palpo è maggiormente ingrandito.

Il maschio della sottospecie tipica è ignoto; alla sottospecie *mauritanicus* attribuisco un esemplare unico che mi è stato comunicato dal sig. ANDRÉ. Ha l'aspetto generale di un ♂ di *M. bicolor*; ne differisce pel capo molto più allungato, i palpi mascellari meno lunghi, la squama peziolare alta e cuneiforme e la struttura dell' armatura copulatrice. Questa differisce molto da quella del *M. bicolor*; la squamula ha l' angolo postero-superiore marcato; lo stipite è lungo e piatto, di forma quasi lanceolata, con un vestigio appena riconoscibile di appendice al margine mediale; la volsella è lunga e acuta, la lacinia molto più breve e stretta; le sagitte, per quanto ho potuto vedere, sembrano semplici, senza appendici; la lamina subgenitale è tridentata, coi denti laterali piatti e trigoni. Colore scuro, in massima parte nero; tutto il corpo opaco. — Lungh. 8 mm.

Fig. 25. *M. viaticus mauritanicus*, ♂ di Algeria; capo.

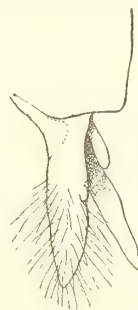



Fig. 26. Armatura copulatrice e lamina subgenitale dello stesso.

M. bicolor F.

Capo dell' operaia poco più lungo che largo; palpi molto lunghi, con peli lunghi e meno numerosi che nella specie precedente; articolo 5 dei palpi mascellari lungo circa due volte quanto il 6; nel maschio l' appendice dello stipite è sviluppata. Si possono distinguere 6 varietà:

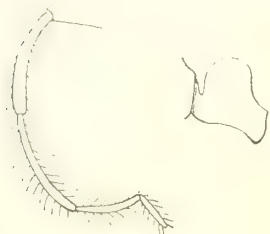



Fig. 27. *M. bicolor bicolor*, ☿; peziolo e palpo mascellare.

M. bicolor bicolor F. (*desertorum* For.) sottospecie molto diffusa (con var. *orientalis* For., *abissinica* For. e *nigra* Er. André); Nord dell'Africa, Oriente, Asia centrale, Ungheria, Penisola dei Balcani.

M. bicolor diehli For. Sahara algeriano.

M. bicolor setipes For. (con var. *turcomanica* Emery); Asia centrale, Nord dell' India.

M. bicolor seticornis Emery; Africa occidentale.

M. bicolor adenensis For.; Aden.

M. bicolor megalocola Foerst; Algeria.

Questa forma vive, come il *M. viaticus mauritanicus*, sui monti, mentre le altre sottospecie sono abitatrici del deserto.

Le operaie sono ben descritte dagli autori; gioverà che mi fermi un poco ad esaminare le forme maschili delle singole sottospecie e alcune loro variazioni, particolarmente quelle dell' armatura copulatrice.

Nel *M. bicolor bicolor*, il colore del corpo suole essere bruno scuro, con le zampe brune, talvolta rossicce o rosse, in particolare negli esemplari orientali e balcanici; il gastro è spesso rosso. Negli esemplari bene sviluppati, l'appendice dello stipite è lunga, con l'estremità dilatata e troncata, talvolta anche incisa; la lamina subgenitale è tricuspide, con le punte laterali lunghe e a forma di bastoncino ritondato all'apice negli esemplari africani e orientali, più larghe alla base negli esemplari balcanici e ungheresi.

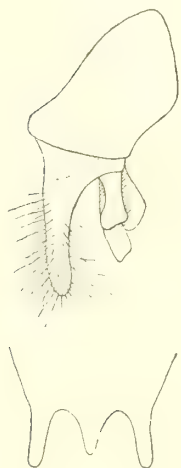



Fig. 28. *M. bicolor bicolor*, ♂ di Tunisia; metà sinistra dell'armatura copulatrice, veduta obliquamente; lamina subgenitale.

Fig. 29. *M. bicolor bicolor*, ♂; stipite sinistro dell'armatura copulatrice; *a*, esemplare grande di Grecia; *b*, pigmeo di Cipro.

Si trovano pertanto alcuni esemplari molto piccoli, nei quali l' armatura copulatrice presenta differenze notevolissime. — Incomincio con un esemplare di Cipro nel quale queste differenze sono meno marcate: stipite e appendice sono più corte e deboli (v. fig. 29 *b*), questa dilatata all' apice; le punte della lamina subgenitale sono molto corte e larghe, triangolari. — In due esemplari di Ungheria,

la lamina subgenitale presenta una forma ancora più singolare, le sue punte essendo ridotte a lobi ritondati. Le figure faranno comprendere meglio queste differenze. L'esemplare di Cipro è tutto di colore rosso chiaro; i due ungheresi sono bruni, con l'addome rosso scuro.

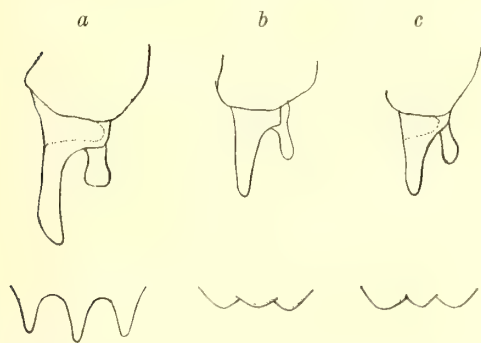



Fig. 30. *M. bicolor bicolor*, ♂ di Ungheria; stipite sinistro; *a*, esemplare normale; *b* e *c* pigmei.

I ♂ della sottosp. *setipes* e var. *turcomanica* offrono la stessa colorazione del tipo, e differiscono da esso per gli stessi caratteri di pubescenza come le operaie. Nei miei esemplari di Persia della varietà, sono notevoli la dilatazione e l'incavo apicale dell'appendice dello stipite, ma questi caratteri non si ritrovano in un esemplare di Taschkend della coll. André.

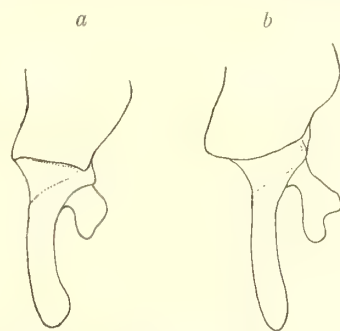



Fig. 31. *M. bicolor setipes*, ♂; stipite sinistro; *a*, forma tipica; *b*, var. *turcomanica*, esemplare di Persia.

Il ♂ della sottosp. *diehli* rassomiglia molto al tipo, ma è in generale più piccolo, con la metà apicale del gastro giallo rossiccio; in esemplari immaturi, tutto il gastro è giallo; nell'armatura copulatrice, l'appendice dello stipite è allungata e ritondata all'apice.

Fig. 33. *M. bicolor megalocola*, ♂; metà dell'armatura copulatrice, meno le sagitte.

Fig. 32. *M. bicolor diehli*, ♂; metà sinistra dell'armatura copulatrice, meno le sagitte.

Nella sottosp. *megalocola* il corpo del ♂ è non di rado tutto rosso; più spesso, i lati e la parte anteriore del mesonoto, come ancora meso- e metasterno sono bruni; di rado sono bruni ancora parte del capo e l'epinoto. Nell'armatura genitale, l'appendice dello stipite è molto corta e ritondata.

M. bombycinus Rog.

Questa specie è molto ben conosciuta e non ha bisogno di essere meglio definita nei suoi caratteri; soltanto l'armatura copulatrice non è stata finora descritta; ne darò una figura. La squamula presenta una piccola sporgenza al margine postero-dorsale; lo stipite ha forma di triangolo molto allungato ed ha una sporgenza dorsale presso la sua base, ma non propriamente un'appendice sviluppata; nella figura, si vede sporgere dietro di essa la lacinia sottile e la volsella che è lunga quasi quanto lo stesso stipite. La lamina subgenitale è stata già correttamente descritta dall'André.

Fig. 34. *M. bombycinus*, ♂; metà sinistra dell'armatura copulatrice, meno le sagitte; lamina subgenitale.

M. lucasi Emery.

Il maschio di questa specie è tuttora ignoto; riferisco ad esso con qualche dubbio un esemplare proveniente da Biskran che ho da molto tempo nella mia collezione e che no saprei a quale altra specie attribuire, tra quelle attualmente conosciute. Esso è lungo 8 mm., l'ala anteriore 7 mm., tutto nero, opaco, con le mandibole e l'estremità dell'addome rosso scuro; la squama peziolare è alta e sottile, col margine superiore ritondato e strettamente inciso nel mezzo. L'armatura copulatrice rassomiglia nel suo insieme a quella del *M. bicolor*, particolarmente per la forma dello stipite il quale è anche fornito di una appendice bene sviluppata; ma la squamula ha l'angolo postero-dorsale acuto e un poco sporgente e la volsella è lunga e acuminata. La lamina subgenitale ha due punte laterali robuste e sinuate, e nel mezzo una punta mediana più breve.

Fig. 35. *M. lucasi* ?, ♂; metà sinistra dell'armatura copulatrice; lamina subgenitale.

Le tabelle seguenti varranno ad agevolare la discriminazione delle specie.

Tabella A. — Operaie.

1. Articoli 3 e 4 dei palpi mascellari molto lunghi, forniti su due lati di una serie o frangia di lunghe setole; peziolo alto, squamiforme; tutto il corpo, o almeno il torace coperto di pubescenza argentata 2

— Altra conformazione 3

2. Gastro opaco e coperto di pubescenza argentata; oltre le operaie ordinarie, esistono dei soldati con lunghe mandibole falciformi . . . . **bombycinus** Rog.

— Gastro lucido e nudo; non esistono soldati . . . . **lucasi** Emery

3. Penultimo articolo dei palpi mascellari lungo due volte quanto l'ultimo; peziolo con nodo ritondato; specie vistosa, generalmente di color rosso, col gastro nero; talune varietà sono di colore nero uniforme . . . . **bicolor** F.

— Penultimo articolo dei palpi mascellari lungo meno di due volte quanto l'ultimo; peziolo variamente conformato, di rado nodiforme 4

4. Peziolo cuneiforme o nodiforme; gastro sempre lucido; colore vario . . . . . **albicans** Rog.

— Peziolo squamiforme, o pure il gastro non è lucido 5

5. Giallo chiaro; gastro opaco; peziolo squamiforme . . . . **pallidus** Mayr

— Da giallo bruno a nero; gastro lucido o con riflesso metallico; peziolo squamiforme; lungh. mass. 6-7 mm. 6

— Colore scuro; gastro nero, opaco; peziolo squamiforme o conico o nodiforme; lungh. mass. 9-13 mm. 7

6. Capo relativamente meno grande; antenne e zampe più lunghe; colore generalmente scuro **cursor** Fonsc.

— Capo relativamente più grande e più largo; antenne e zampe più corte; colore bruno chiaro **frigidus** Er. André

7. Capo poco più lungo che largo . . . . **altisquamis** Er. André

— Capo notevolmente più lungo che largo . . . . **viaticus** F.

TABELLA B. — Maschi.

1. Stipite dell'armatura copulatrice fornito di un' appendice bene sviluppata 2
— Appendice dello stipite rudimentale o nulla 4

2. Peziolo nodiforme . . . . ***bicolor*** F.
— Peziolo squamiforme 3

3. Appendice dello stipite dilatata all' estremità, a forma di scure o di pala . . . ***cursor*** FONSC.
— Appendice dello stipite non dilatata all' estremità . . . . ? ***lucasi*** EMERY

4. Squamula dell'armatura copulatrice prolungata in dietro a forma di uncino . . ***pallidus*** MAYR
— Squamula con prolungamento diritto, o senza prolungamento 5

5. Stipite stretto; sagitte aventi ciascuna un' appendice che con la sua compagna forma una forca ***albicans*** ROG.
— Stipite molto più grosso alla base, assottigliato verso l' estremità; sagitte senz' appendice . . . 6

6. Torace e gastro lucidi; zampe giallo chiaro . . . . ***bombycinus*** ROG.
— Torace e gastro opachi; zampe scure . . . . ***viaticus mauritanicus*** EMERY

SULLA MASSA ELETTROMAGNETICA DELL'ELETTRONE

MEMORIA

DEL

Prof. AUGUSTO RIGHI

letta nella Sessione dell'11 Febbraio 1906

(CON UNA FIGURA NEL TESTO)

1. È noto che un corpo elettrizzato in movimento possiede, oltre alla sua energia meccanica, un di più di energia d'origine elettromagnetica. Lo stesso può dirsi di un elettrone, il quale, considerato come una carica elettrica priva di massa materiale, assume così una certa massa apparente.

Si è ripetutamente cercato di stabilire la relazione esistente fra la massa apparente dell'elettrone e la sua velocità, ma non si è potuto giungervi che assumendo qualche ipotesi più o meno soddisfacente intorno al campo elettromagnetico da esso prodotto, o supponendogli un volume finito ed una forma determinata.

In questo scritto intendo aggiungere qualche schiarimento ulteriore pel caso d'un elettrone in moto uniforme e rettilineo, nonchè proporre una ipotesi nuova, ammessa la quale si arriva allo scopo in un modo abbastanza semplice.

2. Il calcolo della massa apparente di un elettrone si può ricondurre, come si vedrà, a quello della sua energia, la quale ha la nota espressione:

$$\int \frac{F_e^2}{8\pi} d\tau + \int \frac{F_m^2}{8\pi} d\tau ,$$

dove $d\tau$ è un elemento di volume, F_e ed F_m sono rispettivamente la forza elettrica e la forza magnetica nell'elemento stesso, e gli integrali vanno estesi a tutto lo spazio che circonda l'elettrone. Per quanto semplice sembri oggi questa ricerca, essa attraversò certe fasi d'incertezza, delle quali è utile far cenno.

Dapprima si calcolò l'energia attribuendo alle forze F_e ed F_m certe espressioni non esatte ma approssimative, che possono essere accettate solo nel caso limite d'un elettrone dotato di velocità piccolissime, in confronto della velocità della luce. Infatti si suppose: 1° che la forza elettrica in un punto dato e ad un dato momento fosse

la stessa, come se l'elettrone restasse immobile nel luogo in quel momento occupato; 2° che la forza magnetica fosse quella che può dedursi dalla legge di Laplace, assimilando ad un elemento di corrente il prodotto della carica in moto per la sua velocità. Si trovò in tal modo per la massa elettromagnetica un valore approssimato, che è:

$$m_0 = \frac{2e^2}{3\rho V^2},$$

dicendo V la velocità della luce, e la carica elettrica costituente l'elettrone, e, supponendolo sferico, ρ il suo raggio.

Quando più tardi si conobbero le formule esatte esprimenti le due forze elettrica e magnetica in un punto qualunque dello spazio e per un istante qualunque di tempo, nel calcolare la massa elettromagnetica si seguì una via indiretta, la quale condusse ad un risultato diverso da quello a cui si giungerà nel § 8. Anzi, come mostrerò più avanti, la formola che si trovò è la medesima a cui si arriverebbe, qualora si tenesse conto solo del secondo termine dell'energia.

Sarebbe stato facile, del resto, cadere in tale equivoco seguendo il metodo qui adottato. Infatti, quando si ammetteva per la forza elettrica F_e dell'elettrone in moto la stessa espressione che vale per una carica fissa, il termine $\frac{1}{8\pi}\int F_e^2 d\tau$ non era altro che l'energia elettrostatica $\frac{e^2}{2\rho}$, mentre il termine $\frac{1}{8\pi}\int F_m^2 d\tau$ rappresentava da solo precisamente quel di più di energia, che l'elettrone possedeva in virtù del proprio movimento; era allora perfettamente esatto il dedurre da esso il valore della massa apparente, eguagliandolo alla forza viva dell'elettrone. Si poteva dunque inavvertitamente far la stessa cosa, e cioè desumere la massa apparente dalla sola energia magnetica, quando si conobbero le espressioni esatte di F_e e di F_m; ma si sarebbe così commesso un errore, in quanto che in questo caso anche il termine $\frac{1}{8\pi}\int F_e^2 d\tau$ è funzione della velocità, e quindi si deve di esso tenere il debito conto.

3. Ma anche indipendentemente da ciò una difficoltà sorgeva quando per calcolare l'energia si doveva estendere l'integrazione a tutto lo spazio. Infatti, mentre le formole esprimenti le forze F_e ed F_m furono stabilite supponendo l'elettrone ridotto ad un semplice punto, e cioè senza volume apprezzabile, bisognava poi limitare l'integrazione allo spazio esterno ad una piccola sfera avente per centro l'elettrone, onde evitare che il valore della energia divenisse infinito. Ora, così facendo, si viene ad introdurre un'ipotesi, che tutt'al più può accettarsi in via di approssimazione, e precisamente a supporre, che il campo elettromagnetico prodotto dalla piccola sfera elettrizzata in moto sia identico a quello dell'elettrone preso in considerazione dapprima.

4. Per evitare questa ipotesi poco soddisfacente bisogna attribuire all'elettrone

un volume finito per quanto piccolo ed una determinata forma, supporre in esso la carica elettrica distribuita in una determinata maniera, per esempio o in tutto il volume, o sulla superficie, e poi stabilire le nuove formole esprimenti il campo elettromagnetico. Inoltre, volendosi addivenire ad un confronto fra il risultato del calcolo e le esperienze, bisogna stabilire quelle formole, non già pel caso particolare del moto uniforme e rettilineo, ma bensì pel caso generale, in quanto che le esperienze, da cui si ricava la massa dell' elettrone, riguardano elettroni animati da un moto, che non è rettilineo ed uniforme.

Con queste nuove esigenze sorsero notevoli ricerche matematiche [1], che condussero a varie espressioni della massa elettromagnetica, fra le quali quella ottenuta da Abraham venne dal Kaufmann trovata nel miglior accordo colle sue ben note esperienze.

Tuttavia non si può dissimulare che tali ricerche, per quanto intrinsecamente ammirabili, non riescono a soddisfare completamente chi, considerando l' elettrone quale entità fondamentale, caratterizzata e definita da quelle modificazioni speciali dell' etere che costituiscono il campo elettromagnetico, lo prende a base di una teoria fisica generale. Infatti quando secondo l' odierna tendenza si addotta un tale concetto, una distribuzione di elettricità in un corpo altro non è che una distribuzione di elettroni, ed il dire quantità di elettricità equivale a dire determinato numero di elettroni; ma non si sa più qual significato si possa allora attribuire ad espressioni come le seguenti: carica elettrica d' un elemento di volume di un elettrone, oppure: distribuzione dell' elettricità in un elettrone, ecc.

È questa considerazione che, almeno sino ad un certo punto, potrà giustificarmi, se ho voluto esaminare nuovamente il caso della massa apparente di un elettrone in moto rettilineo ed uniforme, quantunque nessuna esperienza finora si conosca, la quale possa servire a verificazione del calcolo.

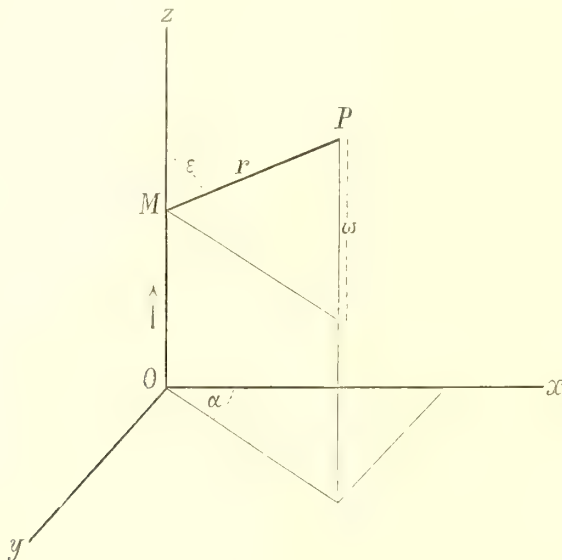
Esporrò dapprima come si trovi la massa dell' elettrone adottando l' ipotesi indicata nel § 3, e cioè ammettendo che il campo elettromagnetico d' un elettrone sferico di piccolo raggio possa rappresentarsi colle formole stabilite senza tener conto del volume dell' elettrone; dopo di che esporrò l' analoga ricerca in base ad una ipotesi diversa, che mi sembra più accettabile.

5. Sia O (vedi figura) la posizione occupata dall' elettrone di carica e [2], che

---

(1) Lorentz — Versl. Kon. Askad., Amsterdam, 27 mai 1904.
Morton — Phil. Mag. t. XLI, p. 488.
Searle — Phil. Mag. t. XLIV, p. 329.
Einstein — Ann. d. Phys. t. XVII, p. 891 (1905).
Bucherer — Math. Einführung in d. Elektronentheorie, p. 58
Abraham — Ann. d. Phys. t. X, p. 105 (1903).
Brillouin — Comp. Rend. t. CXLI, p. 493.

(2) Mem. della R. Acc. di Bologna, 24 febb. 1901.

si muove lungo l' asse delle z con velocità costante v, nell' istante $t = 0$, ed M la posizione occupata nell' istante t. Sarà quindi $OM = vt$. Sia P un punto di coordinate

x, y, z, r la sua distanza da M, ε l' angolo di MP con Oz ed α quello del piano OMP col piano xOz. Infine si ponga $\omega = z - vt$, di modo che x, y, ω saranno ora le coordinate di P rispetto ad assi paralleli ai primitivi, ma coll' origine nell' elettrone mobile M; si ponga altresì $a = \frac{v}{V}$, essendo V la velocità della luce, come pure, per brevità di scrittura, $s^2 = (x^2 + y^2)(1 - a^2) + \omega^2$.

Ciò posto, la forza elettrica F_e nel punto P è diretta secondo MP, ha per valore:

$$F_e = \frac{e(1 - a^2)}{r^2(1 - a^2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon)^{\frac{3}{2}}};$$

ed ha per componenti secondo gli assi:

$$X = \frac{e(1 - a^2)x}{s^3}, \quad Y = \frac{e(1 - a^2)y}{s^3}, \quad Z = \frac{e(1 - a^2)\omega}{s^3}.$$

La forza magnetica F_m, è diretta perpendicolarmente al piano OMP, ha per valore:

$$F_m = \frac{ea(1 - a^2)\operatorname{sen}\varepsilon}{r^2(1 - a^2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon)^{\frac{3}{2}}} = F_e a \operatorname{sen}\varepsilon,$$

e le sue componenti sono:

$$L = \frac{ea(1 - a^2)y}{s^3}, \quad M = \frac{-ea(1 - a^2)x}{s^3}, \quad N = 0.$$

Naturalmente le sei componenti soddisfano alle equazioni di Hertz, ed anzi io le

dedussi da queste [1], senza che fosse allora a cognizione mia che formole identiche od almeno equivalenti erano state già date da altri con metodi differenti [2].

Chiamando ora E l' energia dell' elettrone, U la parte di essa dipendente da F_e, che suol dirsi energia elettrica, W la parte dipendente da F_m, e cioè l' energia magnetica, si avrà:

$$E = U + W,$$

$$U = \frac{e^2(1-a^2)^2}{8\pi}\int\frac{d\tau}{r^4(1-a^2\,\mathrm{sen}^2\varepsilon)^3},$$

$$W = \frac{e^2a^2(1-a^2)^2}{8\pi}\int\frac{d\tau\,.\,\mathrm{sen}^2\varepsilon}{r^4(1-a^2\,\mathrm{sen}^2\varepsilon)^3}.$$

Assumendo un sistema di coordinate polari l' elemento di volume $d\tau$ diviene: $r\,\mathrm{sen}\,\varepsilon\, d\alpha\,.\,r d\varepsilon\,.\,dr$, e quindi:

$$U = \frac{e^2(1-a^2)^2}{8\pi}\iiint\frac{\mathrm{sen}\,\varepsilon\, d\varepsilon\, d\alpha\, dr}{r^2(1-a^2\,\mathrm{sen}^2\varepsilon)^3},$$

$$W = \frac{e^2a^2(1-a^2)^2}{8\pi}\iiint\frac{\mathrm{sen}^3\varepsilon\, d\varepsilon\, d\alpha\, dr}{r^2(1-a^2\,\mathrm{sen}^2\varepsilon)^3},$$

L' integrazione rispetto ad α dovrà avere per limiti 0 e 2π, quella rispetto ad ε, 0 e π, e quella rispetto ad r, ρ ed ∞, essendo ρ il *raggio* dell' elettrone. Come fu detto nel § 3, se si integrasse fra 0 e ∞, si avrebbe un valore infinito per l' energia. È utile poi notare, che l' integrazione rispetto ad ε si eseguisce facilmente assumendo al posto di ε una nuova variabile eguale ad $\frac{a}{\sqrt{1-a^2}}\cos\varepsilon$.

Si ottengono in tal modo le equazioni seguenti:

$$U = \frac{e^2}{8\rho}\left\{\frac{5}{2} - a^2 + \frac{3\,Ar\,\mathrm{sen}\,a}{2a\sqrt{1-a^2}}\right\},$$

$$W = \frac{e^2}{8\rho}\left\{\frac{1}{2} + a^2 - \frac{(1-4a^2)\,Ar\,\mathrm{sen}\,a}{2a\sqrt{1-a^2}}\right\},$$

$$E = \frac{e^2}{8\rho}\left\{3 + \frac{(1+2a^2)\,Ar\,\mathrm{sen}\,a}{a\sqrt{1-a^2}}\right\}.$$

La prima di queste formule conferma ciò che si è asserito più sopra, e cioè che la cosiddetta energia elettrica è anch' essa funzione della velocità.

---

[1] Per non scostarmi troppo dalle notazioni comunemente adoperate, ho messo e e v in luogo delle lettere E e c adoperate nella memoria citata.

[2] J. J. Thomson — Recent research in electricity and magnetism.
O. Heaviside — Phil. Mag. 1889, p. 324.

6. Prima di procedere oltre è utile esaminare a che si riducano le formole precedenti nel caso in cui v sia assai piccola rispetto a V, ossia supponendo che a sia una piccolissima quantità.

Si trova subito, per la forza elettrica:

$$X = \frac{ex}{r^3}, \quad Y = \frac{ey}{r^3}, \quad Z = \frac{e\omega}{r^3}, \quad F_e = \frac{e}{r^2};$$

per la forza magnetica:

$$L = \frac{evy}{Vr^3}, \quad M = -\frac{evx}{Vr^3}, \quad N = 0, \quad F_m = \frac{ev \operatorname{sen} \varepsilon}{Vr^2};$$

ed infine per l' energia:

$$U = \frac{e^2}{2\rho}, \quad W = \frac{e^2 v^2}{3\rho V^2}, \quad E = \frac{e^2}{2\rho} + \frac{e^2 v^2}{3\rho V^2}.$$

In questo caso U non dipende da v, e quindi effettivamente l' energia magnetica rappresenta da sola quel di più di energia che l' elettrone possiede in causa del proprio movimento. Se quindi si chiama m_0 la massa apparente o elettromagnetica dell' elettrone, e cioè la massa materiale che esso dovrebbe possedere affinchè la velocità v gli facesse acquistare una energia meccanica eguale a W, si avrà

$$\frac{1}{2} m_0 v^2 = W,$$

da cui

$$m_0 = \frac{2W}{v^2} = \frac{2e^2}{3\rho V^2}.$$

È questo il noto valore della massa elettromagnetica dell' elettrone quando la velocità v, di cui è animato, è assai piccola in confronto della velocità della luce.

7. Si tratta ora di trovare l' espressione di m, cioè della massa dell' elettrone, per qualsiasi valore della velocità v compreso fra 0 e V conservando l' ipotesi indicata nel § 3; e questo semplicemente allo scopo di colmare una lacuna, non essendo per anco stata calcolata quell' espressione in modo esatto.

Se si cadesse nell' errore accennato nel § 2, e si ponesse ancora:

$$\frac{1}{2} m v^2 = W,$$

trascurando così di tener conto della circostanza che, non solo l' energia magnetica W, ma anche l' energia elettrica U dipende da v, si avrebbe:

$$m = \frac{e^2}{8\rho a^2 V^2} + \frac{e^2}{4\rho V^2} - \frac{e^2(1-4a^2) Ar \operatorname{sen} a}{8a^3 \rho V^2 \sqrt{1-a^2}}.$$

Ora è facile verificare, che questa formola è equivalente a quella trovata con diverso metodo da J. J. Thomson [1], la quale perciò non sembra potersi accettare. È bensì vero che questo autore trova, che quella formola si accorda bene coi risultati sperimentali di Kaufmann coll' approssimazione del dieci per cento; ma, oltrechè questo accordo può essere fortuito, si può osservare, che la precisione raggiunta dal Kaufmann nelle ultime sue misure esige una approssimazione maggiore. In ogni caso resterebbe a dimostrare, che la massa apparente d' un elettrone, che si muova come nelle esperienze di Kaufmann, debba essere la medesima di quando si muove con moto rettilineo ed uniforme.

8. A mio parere il modo più naturale di calcolare la massa apparente m, è quello di eguagliare la forza viva $\frac{1}{2}mv^2$ ad $E - \frac{e^2}{2\rho}$.

Infatti, se la velocità dell' elettrone fosse nulla, esso possiederebbe l' energia $\frac{e^2}{2\rho}$, mentre in virtù del suo movimento l' energia è E. Dunque $E - \frac{e^2}{2\rho}$ è quella parte di energia che l' elettrone deve al proprio movimento, e sarebbe forse opportuno chiamarla *energia elettromagnetica* dell' elettrone, come si chiama *energia elettrostatica* la quantità $\frac{e^2}{2\rho}$, abbandonando poi le denominazioni di *energia elettrica* e di *energia magnetica* date da molti ad U e a W.

Poichè dunque $E - \frac{e^2}{2\rho}$ è quel di più di energia che è dovuta al movimento, se si indica con m la massa apparente, ossia la massa materiale che dovrebbe possedere l' elettrone per spiegare meccanicamente quel di più di energia, si dovrà porre precisamente $\frac{1}{2}mv^2 = E - \frac{e^2}{2\rho}$.

Col valore calcolato di E si trova allora:

$$m = \frac{e^2}{4\rho V^2} \cdot \frac{1}{a^2} \left\{ \frac{(1 + 2a^2) Ar \operatorname{sen} a}{a\sqrt{1 - a^2}} - 1 \right\}$$

oppure, introducendo la massa apparente m_0 corrispondente alle piccole velocità:

$$\frac{m}{m_0} = \frac{3}{8a^2} \left\{ \frac{(1 + 2a^2) Ar \operatorname{sen} a}{a\sqrt{1 - a^2}} - 1 \right\}.$$

Sviluppando in serie si ha:

$$m = m_o \left(1 + \frac{7}{10} a^2 + \cdots\cdots\right) = m_o \left(1 + \frac{7}{10} \cdot \frac{v^2}{V^2} + \cdots\cdots\right).$$

---

[1] Notes on recent Research in Electricity and Magnetism, p. 21.

Trascurando le potenze di v superiori alla prima si trova la precedente espressione approssimata, valevole per le piccole velocità, dal cui valore, come si vede, esso risulta indipendente. È questa circostanza che permette di accogliere l' ipotesi della origine elettrica d' ogni massa materiale, e cioè di considerare gli atomi ed i ioni come aggregati d' elettroni positivi e negativi, e più specialmente di imaginare gli atomi costituiti da elettroni delle due specie ed in numero eguale, ed i ioni come formati in modo simile, ma con eccedenza di uno o più elettroni (a seconda della valenza) d' una delle due specie.

Per vedere con quale andamento varî la massa apparente m al crescere della velocità v, ho calcolato la tabella seguente:

velocità v in centimetri	$a = \frac{v}{V}$	$\frac{m}{m_0}$
$12.\ 10^8$	0, 04	1, 001
$3.\ 10^9$	0, 1	1, 007
10^{10}	0, 333	1, 069
$2.\ 10^{10}$	0, 666	1, 497
$2,7.\ 10^{10}$	0, 9	2, 999
$2,97.\ 10^{10}$	0, 99	11, 132
$3.\ 10^{10}$	1	∞

Come si vede, la massa apparente dell' elettrone comincia ad aumentare in modo sensibile solo quando la sua velocità è tanto grande da superare di gran lunga i più alti valori riconosciuti come possibili od esistenti, compresi quelli spettanti ai corpi celesti, eccettuate le velocità degli elettroni costituenti i raggi catodici ed i raggi di Becquerel.

9. Poichè l' ipotesi, secondo la quale il campo prodotto da una sfera elettrizzata in moto sarebbe identico a quello d' una carica puntiforme dotata dello stesso movimento, e su cui riposa la ricerca esposta, non ha, come si è già detto, base sicura di verità, e poichè d' altra parte non sembra logico l' assumere a priori una particolare distribuzione di elettricità per rappresentare l' elettrone, e cioè l' elemento costituente di ogni carica elettrica, ho voluto attentamente indagare se attribuendo all' etere, della cui struttura ed intime proprietà nulla si conosce con certezza, qualche speciale comportamento, si giungesse ad una ipotesi dotata di molta verosimiglianza, la quale permettesse di calcolare in modo scevro da obbiezioni la massa apparente dell' elettrone. Ecco il ragionamento che mi ha servito di guida.

La forza elettrica prodotta dall' elettrone in moto in un dato punto cresce tendendo all' infinito, allorchè la distanza del punto dall' elettrone diminuisce tendendo a zero; ed altrettanto può dirsi dell' energia contenuta nell' elemento di volume dell' etere nel punto considerato, e di quella certa tensione lungo le linee di forza, che nel concetto di Maxwell è il substrato delle apparenti forze elettriche a distanza. Orbene, l' ipotesi,

che verrà adottata in ciò che segue, consiste nel ritenere impossibile che quella energia o quella tensione oltrepassino un certo valore massimo, senza che l' etere rimanga profondamente modificato nelle sue proprietà. Indicando con φ il valore limite della forza elettrica F_e, l' etere dovrà considerarsi nel modo usuale per tutto lo spazio esterno ad una superficie chiusa circondante l'elettrone, e che è il luogo dei punti nei quali la forza elettrica ha il valore φ, mentre nello spazio interno alla detta superficie si dovrà attribuire all' etere un comportamento diverso.

Circa questo comportamento, due principali ipotesi si presentano spontanee alla mente. In primo luogo si può imaginare, che nella regione racchiusa dalla detta superficie l' etere si comporti come un filo metallico, quando vi si è attaccato un peso superiore al suo coefficiente di rottura, e quindi più non vi esista una tensione lungo le linee di forza; ed allora si dovrà ammettere un valore zero per la forza elettrica in tutta quella regione, nella quale perciò l' etere viene in certo modo a considerarsi come un conduttore e non più come un dielettrico.

Si potrebbero, in secondo luogo, considerare le cose in altro modo, e cioè ammettere una specie di viscosità e di elasticità susseguente dell' etere, ed attribuire alla forza elettrica il valore φ, e non il valore zero, in tutta la regione attigua all' elettrone; ma pel momento adotterò la prima supposizione.

È facile intanto acquistare una chiara idea della superficie racchiudente la regione in cui l' etere è modificato. Infatti, se ρ è la distanza fra un punto della superficie e l' elettrone, dalla formola di F_e (§ 5) si ricava

$$\varphi = \frac{e(1-a^2)}{\rho^2(1-a^2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon)^{3/2}},$$

e questa sarà l' equazione della superficie in coordinate ρ, ε ed α. In coordinate cartesiane rispetto ad assi paralleli a quelli della figura e coll' origine nell' elettrone M, l' equazione della superficie diviene:

$$\varphi^2\left[(x^2+y^2)(1-a^2)+z^2\right]^3 = e^2(1-a^2)^2(x^2+y^2+z^2).$$

È dunque una superficie del sesto ordine, di rivoluzione intorno all' asse Oz, ed il piano xy ne è un piano di simmetria. La curva meridiana, considerata per esempio nel piano xz, ha per equazione

$$\varphi^2\left[x^2(1-a^2)+z^2\right]^3 = e^2(1-a^2)^2(x^2+z^2),$$

e taglia normalmente i due assi Oz ed Ox in punti, le cui distanze ρ_1 e ρ_2 dall' elettrone si possono facilmente determinare. Infatti ρ_1 sarà il valore di z per $x=0$, e ρ_2 quello di x per $z=0$. Perciò:

$$\rho_1 = \sqrt{\frac{e(1-a^2)}{\varphi}}, \qquad \rho_2 = \sqrt{\frac{e}{\varphi\sqrt{1-a^2}}}$$

da cui

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = (1-a^2)^{3/4},$$

Evidentemente ρ_1 è il raggio polare e ρ_2 il raggio equatoriale della superficie considerata più sopra.

Per a piccolissimo la superficie stessa diviene una sfera di raggio $\rho_0 = \sqrt{\frac{e}{\varphi}}$, ed i valori di ρ_1 e ρ_2 possono scriversi:

$$\rho_1 = \rho_0 \sqrt{1 - a^2}, \qquad \rho_2 = \rho_0 \frac{1}{\sqrt[4]{1 - a^2}}.$$

Come si vede, mentre per a piccolissimo la superficie limitante l' etere modificato è sensibilmente una sfera di raggio ρ_0, al crescere di a la superficie si schiaccia ai poli di più in più, perchè il suo raggio polare va via via diminuendo, mentre quello del suo equatore va aumentando.

Qualora si volesse considerare come forma e volume dell' elettrone la forma ed il volume della porzione di etere privato della sua elasticità, si potrebbe esprimere concisamente quanto sopra dicendo, che l' elettrone è una sfera di raggio ρ_0 quando è immobile, sensibilmente tale se ha piccola velocità, mentre ha una forma di più in più schiacciata con raggio polare $\rho_1 < \rho_0$ e raggio equatoriale $\rho_2 > \rho_0$ allorchè la sua velocità va crescendo.

10. Chiarita così la nuova ipotesi, da sostituirsi a quella più volte menzionata (§ 3), passerò al calcolo della massa apparente m dell' elettrone, sempre pel caso del moto rettilineo ed uniforme.

Introducendo nell' espressione dalla energia totale E le solite coordinate sferiche e tenendo conto della relazione $F_m = F_e a \operatorname{sen} \varepsilon$, si ha:

$$E = \frac{1}{8\pi} \iiint F_e^2 (1 - a^2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon) r^2 dr \operatorname{sen} \varepsilon d\varepsilon d\alpha.$$

Mentre l' integrazione rispetto ad α e ad ε va, anche in questo caso come in quello del § 5, estesa rispettivamente fra 0 e 2π, e fra 0 e π, quella rispetto ad r deve estendersi fra un limite inferiore variabile e l' infinito. Infatti il limite inferiore è adesso ρ, cioè quel valore di r a cui corrisponde per F_e il valore limite φ. Rammentando l' espresssione di F_e (§ 5) si ha

$$\rho = \sqrt{\frac{e(1 - a^2)}{\varphi(1 - a^2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon)^{3/2}}};$$

e poichè questo limite è funzione di ε l' integrazione rispetto ad r, che potrà eseguirsi dopo aver posto in luogo di F_e il suo valore, dovrà precedere quella rispetto ad ε. Ma si può operare anche in altro modo.

Dopo aver eseguita l' integrazione rispetto ad α, invece d' introdurre in posto di F_e il suo valore in funzione di r e di ε, si ricavino dalla formola

$$F_e = \frac{e(1 - a^2)}{r^2 (1 - a^2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon)^{\frac{3}{2}}},$$

i valori di r^2 e dr, e si introducano nella precedente espressione di E. Si avrà in tal modo

$$E = -\frac{1}{2} e^{\frac{3}{2}} (1-a^2)^{\frac{3}{2}} \int\int \frac{(1+a^2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon}{(1-a^2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon)^{\frac{9}{4}}} d\varepsilon \cdot \frac{dF_e}{\sqrt{F_e}}.$$

Si è così sostituito alla variabile r la variabile F_e, per la quale i limiti di integrazione, che evidentemente sono $\mathfrak{p}$ e zero, sono costanti. Eseguendo questa integrazione si ha quindi

$$E = \frac{1}{2} E_0 (1-a^2)^{\frac{3}{2}} \int_0^\pi \frac{(1+a^2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon) \operatorname{sen} \varepsilon}{(1-a^2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon)^{\frac{9}{4}}} d\varepsilon,$$

dove $E_0 = \frac{1}{2} e^{\frac{3}{2}} \mathfrak{p}^{\frac{1}{2}} = \frac{e^2}{2\rho_0}$ è il valore di E per $a = 0$.

L' equazione trovata si può integrare sviluppandola in serie secondo le potenze di a^2. Il calcolo è assai laborioso, e conduce alla formola seguente:

$$E = E_0 \left(1 + \frac{2}{3} a^2 + \frac{11}{40} a^4 + \frac{53}{280} a^6 + \frac{19}{128} a^8 + \cdots \right).$$

11. Come precedentemente la massa elettromagnetica m dell' elettrone si troverà colla formola $\frac{1}{2} mv^2 = E - E_0$, cioè considerandola come la massa materiale che dovrebbe supporsi connessa all' elettrone, affinchè la sua forza viva eguagliasse l' energia che possiede in più della sua energia elettrostatica. Si trova così:

$$m = \frac{2E_0}{V} \left(\frac{2}{3} + \frac{11}{40} a^2 + \frac{53}{280} a^4 + \frac{19}{128} a^6 + \cdots \right)$$

Se poi si indica, come precedentemente, con m_0 la massa apparente per le piccole velocità, si trova per m_0 il solito valore

$$m_0 = \frac{4E_0}{3V^2} = \frac{2e^2}{3\rho_0 V^2}.$$

Quindi

$$\frac{m}{m_0} = 1 + \frac{33}{80} a^2 + \frac{159}{560} a^4 + \frac{57}{256} a^6 + \cdots$$

La tabella seguente, nella quale sono dati i valori di $\frac{m}{m_0}$ calcolati con questa formola per valori non troppo grandi di a (facendo per ora astrazione dai due valori segnati con *) mostra come, anche colla nuova ipotesi, si arrivi al solito risultato, e cioè che la massa apparente dell' elettrone cresce al crescere della sua velocità, dapprima lentamente, poi con grande rapidità quando a si avvicina all' unità, ossia quando v si avvicina a V.

velocità v in centimetri	$a = \frac{v}{V}$	$\frac{m}{m_0}$	$\rho_1 : \rho_0$	$\rho_0 : \rho_1$	$\rho_2 : \rho_1$
0	0	1	1	1	1
$12 . 10^8$	0, 04	1, 000 001	0, 999	1, 10004	1, 001
$3 . 10^9$	0, 1	1, 0041	0, 995	1, 003	1, 008
10^{10}	0, 33	1, 050	0, 943	1, 030	1, 092
$2 . 10^{10}$	0, 66	1, 259	0, 745	1, 158	1, 554
$2, 7 . 10^{10}$	0, 9	7, 376 *	0, 436	1, 515	3, 775
$2, 97 . 10^{10}$	0, 99	24, 245 *	0, 141	2, 263	18, 874
$3, 10^{10}$	1	∞	0	∞	∞

Le tre ultime colonne contengono i rapporti fra ρ_0, ρ_1, ρ_2, e da esse si rileva in quale misura la superficie limite della regione in cui l' etere è privo d' elasticità, vada schiacciandosi al crescere della velocità.

Nella precedente tabella non ho registrati i valori di $\frac{m}{m_0}$ corrispondenti alla velocità di $^9/_{10}$ e di $^{99}/_{100}$ di quella della luce calcolati colla formola precedente, perchè è a ritenersi, che il grado di approssimazione che la serie limitata al termine in a^6 può dare, sia in tali casi insufficiente. Ma ho potuto determinare con approssimazione i valori di $\frac{m}{m_0}$ per a assai vicino all' unità seguendo una via diversa.

Mediante successive integrazioni parziali l' integrale contenuto nella espressione di E si può, come il lettore può verificare, trasformare come segue ([1]).

$$\int \frac{\operatorname{sen}\varepsilon(1 + a^2 \operatorname{sen}^2\varepsilon)d\varepsilon}{(1 - a^2 \operatorname{sen}^2\varepsilon)^{\frac{9}{4}}} = -\frac{1}{(1-a^2)^3}\left\{ \frac{4}{5}(1-a^2)^2 \frac{\cos\varepsilon}{(1-a^2\operatorname{sen}^2\varepsilon)^{\frac{5}{4}}} \right.$$

$$+ \frac{2}{5}(1-a^2)(1+5a^2)\frac{\cos\varepsilon}{(1-a^2\operatorname{sen}^2\varepsilon)^{\frac{1}{4}}}$$

$$+ \frac{2}{15}(1+5a^2)\cos\varepsilon(1-a^2\operatorname{sen}^2\varepsilon)^{\frac{3}{4}}$$

$$\left. + \frac{1}{3}(1+5a^2)\int(1-a^2\operatorname{sen}^2\varepsilon)^{\frac{3}{4}}\operatorname{sen}\varepsilon d\varepsilon \right\}.$$

Ora, il nuovo integrale, contenendo il binomio $1 - a^2 \operatorname{sen}^2\varepsilon$ non più al denominatore

---

([1]) Per ognuna di queste integrazioni parziali si profitta dell' eguaglianza

$$\int \frac{\operatorname{sen}\varepsilon\, d\varepsilon}{(1-a^2\operatorname{sen}^2\varepsilon)^{\frac{3}{2}}} = \frac{-\cos\varepsilon}{(1-a^2)\sqrt{1-a^2\operatorname{sen}^2\varepsilon}},$$

e si tiene conto a tempo debito della seguente identità: $a^2\cos^2\varepsilon = (1 - a^2\operatorname{sen}^2\varepsilon) - (1-a^2)$.

ma al numeratore, si può calcolare per a poco differente dall' unità. Infatti se si pone l' unità al posto di a^2, il detto integrale diviene

$$\int (\cos\varepsilon)^{\frac{3}{2}} \operatorname{sen}\varepsilon d\varepsilon = -\frac{2}{5}(\cos\varepsilon)^{\frac{5}{2}}$$

e quindi

$$\int_0^\pi \frac{(1+a^2\operatorname{sen}^2\varepsilon)\operatorname{sen}\varepsilon}{(1-a^2\operatorname{sen}\varepsilon)^{\frac{9}{4}}} d\varepsilon = \frac{1}{(1-a^2)^3}\left\{\frac{8}{5}(1-a^2)^2 + \frac{4}{5}(1-a^2)(1+5a^2)\right\}$$

Sostituendo nel valore di E, si trova a riduzioni fatte:

$$E = \frac{6}{5} E_0 \frac{1+a^2}{\sqrt{1-a^2}}.$$

Se ne ricava

$$m = \frac{2(E-E_0)}{a^2 V^2} = \frac{2E_0}{V^2}\left(\frac{6}{5}\frac{1+a^2}{a^2\sqrt{1-a^2}} - \frac{1}{a^2}\right),$$

ed introducendo il valore m_0 della massa corrispondente alle piccole velocità, che è $m_0 = \frac{4}{3}\frac{E_0}{V^2}$:

$$\frac{m}{m_0} = \frac{9}{5}\frac{1+a^2}{a^2\sqrt{1-a^2}} - \frac{3}{2a^2}.$$

I due valori di $\frac{m}{m_0}$ segnati con asterisco nella precedente tabella furono calcolati con questa formola, la quale, per quanto assai approssimata allorchè a diversifica poco dall' unità, dà valori che peccano per eccesso, come è facile riconoscere considerando il processo con cui fu ottenuta.

12. Esaminerò per ultimo a quali risultati conduce la seconda delle ipotesi esposte nel § 9, e cioè supporrò ora che si attribuisca alla forza F_e il valore φ, anzichè il valore zero, nella regione di etere modificato intorno all' elettrone. È facile dimostrare che i principali risultati stabiliti nei due §§ 10 e 11 rimangono validi, e che in particolare la formola che dà $\frac{m}{m_0}$ rimane inalterata.

Nel caso attuale all' energia E data dalla relativa formola del § 10 devesi aggiungere l' energia, che dirò E', relativa allo spazio in cui la forza elettrica ha il valore costante φ. Evidentemente E' sarà dato da

$$E' = \frac{1}{8\pi}\iiint F_e^2(1+a^2\operatorname{sen}^2\varepsilon)r^2 dr \operatorname{sen}\varepsilon d\varepsilon d\alpha$$

quando, dopo aver posto φ in luogo di F_e, si estendano debitamente le integrazioni, e precisamente si prendano i limiti 0 e 2π per α, i limiti 0 e π per ε, ed i limiti 0 e $\rho = \sqrt{\frac{e(1-a^2)}{\varphi(1-a^2\operatorname{sen}^2\varepsilon)^{\frac{3}{2}}}}$ per r.

Eseguendo le integrazioni rispetto ad α ed r si trova

$$E' = \frac{1}{12} e^{\frac{3}{2}} (1 - a^2)^{\frac{3}{2}} \sqrt{\varphi} \int_0^{\pi} \frac{(1 + a^2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon) \operatorname{sen} \varepsilon}{(1 - a^2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon)^{\frac{9}{4}}} d\varepsilon ,$$

cioè :

$$E' = \frac{1}{3} E .$$

Ne consegue che pel caso attuale l' energia totale è una volta e un terzo quella del caso precedente. E siccome altrettanto potrà dirsi dell' energia elettrostatica, così tanto m quanto m_0 avranno nel caso attuale valori eguali ad una volta e un terzo quelli scritti nel § 10. Perciò l' espressione di $\frac{m}{m_0}$ rimarrà invariata.

Invece di $m_0 = \frac{2}{3} \frac{e^2}{\rho_0 V^3}$ si ha dunque ora $m_0 = \frac{8}{9} \frac{e^2}{\rho_0 V^2}$, ed $E_0 = \frac{2e}{3\rho_0}$ invece di $E_0 = \frac{e^2}{2\rho_0}$; questa diversità non ha importanza in quanto che ρ_0 resta definito nella sua grandezza dalle formole in cui è contenuto, e non ha più il significato preciso di raggio dell' elettrone.

Sarebbe ozioso paragonare i valori di $\frac{m}{m_0}$ trovati sperimentalmente dal Kaufmann con quelli forniti dalla formola precedente, giacchè tutto quanto è stato detto in questo scritto si riferisce all' elettrone in moto rettilineo ed uniforme, mentre nelle esperienze di deviazione elettrica e magnetica dei raggi β del radio gli elettroni posseggono un ben diverso movimento, e nulla prova, anzi a priori è poco verosimile, che la massa apparente di un elettrone debba essere sempre la stessa in tutte le circostanze. Si può anzi osservare che, stando alle teorie matematiche nelle quali si assume a priori per l' elettrone un volume ed una forma (sfera, elissoide etc.), l' elettrone stesso mostra una massa *trasversale* diversa da quella *longitudinale ;* e d' altra parte non è inverosimile che, se si conoscessero le espressioni delle forze F_e ed F_m, analoghe a quelle da cui sono partito, ma relative al moto effettivamente posseduto dall' elettrone nelle esperienze di Kaufmann, si troverebbero, anche in base alla nuova ipotesi adottata, espressioni di $\frac{m}{m_0}$ differenti da quella, alla quale sono nel § 11 pervenuto.

L' AZIONE DISTRUGGITRICE DEL MARE

NELLA COSTA DIRUPATA

DELL' ARPAIA A PORTO VENERE

E

NELLE VICINE ISOLE

MEMORIA

DEL

Prof. Sen. GIOVANNI CAPELLINI

letta nella Sessione del 14 Gennaio 1906

(CON SEI TAVOLE)

Chi visita la estrema punta occidentale del Golfo della Spezia e, dopo avere attraversato l'antichissimo borgo di Porto Venere, si avanza fino al pittoresco monumentale tempietto di S. Pietro, per godere della vista incantevole della ligure costa e del mare sconfinato, volgendo lo sguardo all'aspra sottostante scogliera, inorridisce scorgendovi recenti tracce spaventevoli della costante azione distruggitrice del mare.

Lazzaro Spallanzani (1) già nello scorcio del secolo decimo ottavo, impressionato dai disastrosi effetti del libeccio a Porto Venere, in una lettera a Carlo Bonnet, scriveva che i marosi, quando infuria un tal vento, sono cacciati a tanta altezza e con tanto impeto contro gli scogli che servono di parapetto a quel borgo, che sembra allora che il mare minacci di interamente inghiottirlo. Giacinto Collegno, nei suoi aurei *Elementi di Geologia* afferma che per ben giudicare della azione distruttiva del mare che batte le esterne falde dei continenti e delle isole, conviene trovarsi durante una tempesta sugli scogli situati alla punta di certi promontorii, come sarebbero quelli della riviera orientale di Genova, o quelli delle falde del Monte Nero presso Livorno o del promontorio di Sorrento rimpetto a Napoli; e quanto alla Riviera di Genova cita le osservazioni di Spallanzani a Porto Venere (2).

Lyell e quanti geologi si sono interessati in modo particolare della azione distruggitrice del mare, se avessero visitato Porto Venere in occasione di qualche furiosa libecciata,

---

(1) Spallanzani L. — Lettera a *Carlo Bonnet* relativa a diversi oggetti fossili e montani. Memorie di Mat. e Fisica della Società italiana. Vol. II, p. II. Verona 1784.

(2) Collegno Giacinto — *Elementi di Geologia pratica e teorica destinati principalmente ad agevolare lo studio del suolo dell' Italia.* Torino 1847.

si sarebbero ricordati di Spallanzani e avrebbero registrato anche quella costa tra le classiche località per lo studio di un tal fenomeno.

Quando per la prima volta nel 1862 ebbi a dire della stratigrafia della catena occidentale del Golfo della Spezia, accennai appena alle modificazioni avvenute in tempi storici tra il Tiro e il Tiretto, e alla notevole contribuzione della azione distruggitrice del mare per la completa separazione delle isole Palmaria, Tiro e Tiretto dalla costa di Porto Venere.

La sezione geologica dell'isola Tiro mi offriva modo di fare apprezzare i caratteri litologici e paleontologici del complesso di calcari compatti, schistosi, marnosi, nerastri, cronologicamente inferiori al calcare dolomitico sul quale apparentemente riposano. Ma, ciò che più importa, riguardo a quanto si riferisce alla azione distruggitrice del mare, mi fu anche agevole di constatare che la demolizione avveniva sopratutto ove quel complesso stratigrafico trovavasi esposto all'urto diretto dei marosi.

Accennavo che, per la parziale esportazione di quelle rocce, trovavansi ora disgiunti lo scoglio grosso e altri vicini scogli minori V. Tav. I, fig. 1 e indicavo come, nello stesso modo, avessero avuto origine e progredisse la escavazione della Grotta sotto le rovine del Monastero nell'Isola Tiro e l'altra sotto il faro dalla parte che guarda il Tiretto (1).

Non mi interessai, allora, della azione distruggitrice del mare contro lo scoseso fianco dolomitico di quella isoletta ove si trova altra grotta già riconosciuta e descritta da Spallanzani che vi osservò, nell'alto della rupe nidi di rondoni a pancia bianca e schiena nera, (*Cypselus melba*) già da lui veduti nella cattedrale di Berna.

L'antica tradizione che dal Tiro si passasse al Tiretto senza barca, ma bensì sopra scogli che formavano un ponte naturale tra le due isolette, a me parve sempre degna di fede; così mi resi conto del non essere il Tiretto menzionato nelle più antiche Memorie intorno al Monastero di S. Venerio nell'isola Tiro.

Dal Tiro passando all'isola Palmaria, giova pure ricordare che Spallanzani nel Settembre 1783, in Porto Venere, notava nel suo *Tometto* CX. D:

. . . .

« Ieri mattina (25 Settembre) passando rasente l'isola suddetta per la parte di fuori,
« vidi che dall'alto di quegli scogli eran caduti di fresco alcuni pezzi insigni di pietra in
« mare, a cagione delle antecedenti piogge penetranti in fratture di quegli scogli sconnessi.
« Mi dicono altresì che in alcuni anni si sente il rumore in Porto Venere di pezzi di scogli
« cadenti in mare dalla parte di fuori.

« La grossezza del muro o angolo di muro che a S. Pietro fu rovesciato molti anni
« sono con un colpo di mare è di due piedi, e la muraglia era di pietra di scoglio legata
« con calce ».

Quando nell'estate del 1860, mi recai per la prima volta a visitare la *Grotta dei*

---

(1) Capellini G. — *Studi stratigrafici e paleontologici sull'Infralias nelle Montagne del Golfo della Spezia.* Memorie dell'Accad. delle Sc. di Bologna. Serie II, Tomo I. Bologna 1862.

Capellini G. — *Lazzaro Spallanzani a Porto Venere.* Bollettino della Società Geologica italiana. Vol. XXI. Roma 1902.

Colombi (1), guidato dal signor Falconi, ne trovai l' accesso non comodo ma vi arrivai senza difficoltà.

Nel 1869, tornato alla Grotta col proposito di esplorarla seriamente per cercarvi tracce della dimora dell' uomo in tempi preistorici, già ebbi bisogno di aiuto e, per condurvi amici non geologi, dovetti far riparare lo scosceso cammino e non disprezzare la guida di esperti marinai avvezzi ad arrampicarsi per quelle rocche V. Tav. I, fig. 3; Tav. II, fig. 1 (2). E nello scorso anno 1905, avendo desiderato di vedere ancora una volta la classica caverna, trovai che in quella parte dell' isola erano avvenuti notevoli cambiamenti; occorsero più giorni per preparare la discesa all' antro, e fu necessario di ricorrere a corde per non rischiare di precipitare in mare.

Ond' è che, per osservazioni mie proprie, ho potuto convincermi che la Grotta doveva essere di ben più facile accesso nei tempi preistorici, e quando nel Capo dell' Isola furono aperte le prime cave del bel marmo nero venato di giallo che prese poi nome da Porto Venere si arrivava anche facilmente alla così detta Buca del Bersagliere ivi presso.

Senza risalire a troppo remota antichità, è certo che, nel corso di due o tremila anni, anche sulla dirupata costa dolomitica della Palmaria devono essere avvenuti grandi scoscendimenti. Probabilmente non esistevano le grotte che oggi vi si ammirano alla base del suo lato occidentale e forse dalla punta di Porto Venere era allora agevole il passaggio all' Isola Palmaria; forse gli abitatori della Grotta dei Colombi, senza servirsi di piroghe comunicavano liberamente col continente per scorazzare fino alla Castellana cercando preda, e per fabbricare frecce e coltellini col bel diaspro rosso di Campiglia. La grotta che ho indicata col nome di *Grotta azzurra* ricorda esattamente una delle grotte dei Balzi rossi presso Mentone (*la Grotte des Enfants*) quando questa si trovava col suo fondo a m. 25 sotto il livello del mare.

E alla punta di S. Pietro? Il grazioso tempietto che le da nome è imbasato sopra una rupe dolomitica la quale in tempo di calma, è accarezzata e lambita appena dalle onde intensamente cerulee; ma allorquando imperversa il libeccio i marosi vi si slanciano contro minacciosi e giungono a tanta altezza che il tempietto e la vicina casermetta sembrano dover essere inghiottiti: Spallanzani notò che nelle maggiori libecciate i colpi di mare a S. Pietro superavano l' altezza di 153 piedi, ossia circa metri cinquanta! Nè bisogna farsi illusioni, quelle rocce sono seriamente fratturate e ormai tanto ruinate che la più antica parte del tempio, quella che taluni ritennero edificata sulle rovine di tempio dedicato a Venere e la cui volta serve per aia e belvedere, qualora non si provvegga opportunamente rovinerà in mare. La stessa sorte è riservata alla Casermetta edificata ove era l' antichissimo Castelletto del quale gli intelligenti di archeologia militare deplorano la scomparsa, perchè si riteneva di particolare interesse per la storia delle prime e più antiche fortificazioni. V. Tav. V, fig. 1 e 2.

---

(1) Capellini G. — Gazzetta dell' Emilia 1869.

(2) Capellini G. — *Grotta dei Colombi à l' Ile Palmaria* ecc. Comptes rendus du Congrès internat. d'Anthrop. et d'Archéol. préhistoriques. 5e Session, Bologne 1871.

Quel grazioso torrioncino era ancora in buon stato nel principio del secolo passato come apparisce da acquerelli e dal bellissimo disegno a penna del quale si ha una riduzione fotografica nella Tav. V, fig. 1. Quel disegno, come anche gli acquerelli ai quali accenno, furono eseguiti dal celebre Capitano Clerc quando nel 1811 per ordine di Napoleone I dirigeva il rilevamento topografico di una parte del Golfo con il metodo, da lui inventato, delle curve quotate. Il disegno col Castelletto, Tav. V, fig. 1 e la fotografia fig. 2 con la Casermetta che recentemente serviva ai marinai addetti al reflettore per la luce elettrica, permettono di constatare la rovina avvenuta nel secolo scorso in corrispondenza della parete della faglia contro la quale poggiavano i calcari compatti e schistosi stratificati dell'Arpaia. Per conto mio ricordo che or sono cinquanta anni il Castelletto di S. Pietro a Porto Venere non minacciava di rovinare e ne conservo disegni eseguiti con il pittore Fossati che lo mostrano quale lo aveva veduto il Clerc; oggi invece la Casermetta è stata prudentemente abbandonata perchè le litoclasi che ho recentemente osservate nel masso sul quale posa, non ispirano fiducia.

Spallanzani, cui ora è intitolata la piazza già Andrea Doria, cita *le grotte sotto S. Pietro* ma non le descrive nè alcuna specificatamente ne indica; quelle grotte delle quali restano appena alcune tracce erano tutte scavate nella scogliera sotto il muretto che, partendo dal Castelletto e rinforzato a breve distanza da piccole torri quadrate, comprendeva altresì le pittoresche masse rocciose conosciute col nome di *Rocche di S. Pietro. Arpaia* era detta complessivamente l' aspra scogliera tra la punta di S. Pietro e la cima del Muzzerone. Col nome di Grotta dell'Arpaia veniva indicata la buca o grotta principale scavata nel complesso di calcari e schisti retici ricchi di fossili riconosciutivi e ricordati da Cordier solamente nel 1811; ma ricercati in seguito da Guidoni, Collegno, Pilla, Pareto, Murchison, Sismonda, Savi e Meneghini (1), V. Tav. IV, fig. 2, e Tav. V, fig. 3.

G. Guidoni, nel 1830, scrivendo a Paolo Savi « sui fossili dei dintorni della Spezia » cita univalvi e bivalvi raccolte nello *Scoglio di Porto Venere e sulla sommità della Palmaria* e aggiunge: . . . . . « *Lo scoglio di Porto Venere* quantunque visitato da Spal-
« lanzani, dal Cordier, dal Viviani, dal Bertoloni e da moltissimi altri naturalisti
« non aveva ancora manifestata ad alcuno la sua sorprendente ricchezza in conchiglie
« fossili bivalvi. Se non che il Cordier ne diede qualche cenno nella sua Statistica degli
« Apennini. Io mi posso chiamare ben fortunato, nell' avere ora assicurata una tale
« scoperta (2) ».

Hoffmann che dal 7 al 18 Novembre 1831 fece escursioni nei dintorni del Golfo della Spezia, si interessò in modo particolare dei fossili del calcare nero di *Porto Venere* e del

---

(1) Savi e Meneghini — *Considerazioni sulla Geologia stratigrafica della Toscana.* Firenze 1850.

(2) Guidoni G. — *Sui fossili recentemente scoperti nelle montagne del Golfo della Spezia.* (Lettera al prof. Savi). Nuovo giornale dei Letterati. Tomo XXI. Pisa 1830.

Tiretto, dei quali ne determinò più di una quindicina di specie riferendole per la maggior parte, al Lias (1).

Il primo geologo che ricordò la *Grotta Arpaia* fu Leopoldo Pilla in una sua classica Memoria presentata alla Società geologica di Francia il 21 Giugno 1847. Confrontando la serie giurassica dei Monti della Spezia con quella del Lago di Como, osservava come il calcare nero che a Capo Corvo sta sopra l'anagenite, pei caratteri mineralogici e pei suoi fossili somigliava a quello di Esino presso Perledo in Lombardia, citando in proposito anche l'opinione del Trotti di Milano che pure se ne era interessato. E parlando dei fossili, aggiungeva che le specie fossili di Perledo da esso vedute a Milano erano le stesse di quelle raccolte « dans la Grotte de l'*Arpaia* à la Spezia » (2).

Nel *Trattato di Geologia*, paragrafo 502 *Terreno giura-liassico del Golfo della Spezia* e par. 503 *Calcare delle Alpi Apuane*, parlando della posizione stratigrafica del calcare bruno compatto e dei suoi fossili ricorda ripetutamente la Grotta dell'Arpaia.

. . . . . « In alcuni luoghi, come a Marola, nell'Isola di Palmaria e principalmente « nella *Grotta dell'Arpaia a Porto Venere*, questo calcare racchiude numerose conchiglie « bivalvi, ma poco riconoscibili: le quali si possono riferire ai generi *astarte*, *cardita*, « *pecten*, *terebratula* e *cerithium*: contiene ancora vari polipai lamelliferi ciatiformi, e « negli scisti del Tiretto mi riuscì trovare eziandio un pesce fossile, ma di cui appena si « riconosce la forma ».

. . . . . « In un calcare della valle della Tecchia ho raccolto col Guidoni delle *tri-* « *gonie, cardite*, *terebratule*, *modiole*, le quali non si possono distinguere da quelle che « si trovano nella *Grotta dell'Arpaia* nel Golfo della Spezia » (3).

Giova notare che Pilla fu il primo che riconobbe la vera successione stratigrafica nelle montagne della Spezia e mostrò che, nella estremità meridionale della catena occidentale del golfo, la serie era completamente rovesciata. Il movimento di torsione che accompagnò la emersione e la configurazione primitiva di quelle montagne diede luogo alle numerose litoclasi principali, per le quali ebbero origine i seni e le valli trasversali dal lato del golfo e le infinite litoclasi d'ordine secondario per le quali può dirsi che tutta quanta la serie retica e giura-liassica, profondamente fratturata, è facilmente ruinata quando si trova convenientemente esposta all'azione demolitrice del mare in tempesta.

La Grotta dell'Arpaia acquistò vera celebrità, quando il professore Meneghini illustrò i fossili che Guidoni e Pilla avevano raccolti nei dintorni di Porto Venere e nessuno pensò mai di cambiar nome alla ormai ben nota dirupata scogliera dalla quale nelle mie prime escursioni per raccoglierví fossili, più volte ho rischiato di precipitare in mare.

---

(1) Hoffmann F. — *Geognostische Beobactungen, Gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sicilien in den Jahren* 1830, bis 1832. Berlin 1839.

(2) Pilla L. — *Notice sur le calcaire rouge ammonitifère de l'Italie.* Bulletin de la soc. géol. de France. 2^{me} Série. Tome quatrième. pag. 1066. Paris 1847.

(3) Pilla L. — *Trattato di Geologia.* Parte seconda. Pisa 1847-1851.

N. B. - Questa seconda parte fu pubblicata dopo la morte dell'insigne Naturalista.

Al principio del secolo passato l' accesso all'Arpaia dalla piazza di S. Pietro non era possibile; dai disegni di Clerc risulta infatti che il muro di cinta e le torri erano ancora in buone condizioni, benchè Spallanzani avesse accennato a porzione di muretto già precipitato dopo una tremenda libecciata.

Quando per la prima volta scesi a visitare la Grotta dell'Arpaia passai per un angusto pertugio stato aperto nel muro per guardare l' orrido sotto il Torrioncino e poscia, a poco a poco, ingrandito per l' opera devastatrice dell' uomo.

La grotta ha per base, o letto che dir si voglia, uno strato di calcare compatto ricco di modelli di una bivalve che riferii al genere *Myacites*, qualche *Pecten* e piccole fucoidi; lo strato inclina e si immerge verso l' ampia apertura triangolare, d' onde è spettacolo indescrivibile il tramontare del sole in una bella serata di estate, perchè col picco del Muzzerone Tav. IV, fig. 1, che si trova a destra dell' osservatore, la scena è identica a quella che si può ammirare in giugno al Capo Nord, col sole a mezzanotte.

L' angolo acuto dell' apertura è verso Nord-Ovest; da quella parte emerge altro strato di calcare compatto il quale sollevandosi verso Sud-Est, va a formare il tetto della grotta e arriva fino al livello della piazza per terminare sopra il calcare dolomitico con Portoro che forma parte della scogliera nella quale, verso lo stretto, in parte sono imbasate le case di Porto Venere e sulla estrema punta sorge S. Pietro.

Circa quaranta anni or sono con una spaventevole libecciata il mare era riescito ad aprire una breccia tra il fondo della Grotta a levante e la piazza di S. Pietro ove emergevano i resti del complesso calcareo-schistoso in cui è scavata la grotta stessa. Il Municipio, essendo sindaco il Cav. Gerolamo Celle, non solamente provvide a far riparare quella breccia, per la quale presto si sarebbe verificato quanto nondimeno avverrà inevitabilmente e cioè l' isolamento della massa dolomitica sulla quale torreggiano alla estremità il tempietto e la casermetta; ma con un muro fatto costruire al fondo dell' antro pensò di impedire l' azione diretta dei flutti contro la parete naturale calcareo schistosa contrastandone e ritardandone così l' azione distruggitrice.

Per cura e a spese del Conte Ferdinando Pieri-Nerli, proprietario della villa S. Giovanni all' Isola Palmaria, anche l' angusto foro pel quale si passava per scendere alla Grotta fu trasformato in porta munita di cancello, V. Tav. VI, fig. 2, e l' accesso all'Arpaia dalla parte di terra fu riservato ai visitatori che ne facevano richiesta.

Il Municipio pensò allora di rendere meno pericolosa la discesa, facendo aggiustare alcuni gradini; ma il mare continuava l' opera sua demolitrice, minando in tutti i modi i dintorni dell'Arpaia e preparando lentamente perfino la rovina delle pittoresche masse stratificate che coronavano la Grotta ed erano conosciute col nome di *Rocche di San Pietro*. V. Tav. III, fig. 1-2, Tav. V, fig. 3. Dalla parte del Castelletto intanto precipitavano alcuni massi, lasciando a nudo la parete della faglia del masso dolomitico V. Tav. V, fig. 2, e di fronte, tra il cimitero e la Grotta, il mare corrodeva e sgretolava la base di quelle rocce profondamente fratturate e che presto dovevano precipitare in fondo ad esso. Confrontando, coi bellissimi acquerelli e disegni di Clerc, le fotografie tratte in questi ultimi anni, possiamo renderci conto delle frane verificatesi in un secolo.

Più volte non sapendo resistere alla tentazione di avere bei fossili che scorgevo sulla volta dell'Arpaia disposi e lavorai per sfaldare porzioni di quel calcare a *Plicatula intusstriata*, rischiando di far crollare masse fatali. L'ultima volta che raccolsi fossili nella celebre Grotta fu nell'Agosto del 1899 accompagnando il prof. Di Stefano cui desideravo di fare apprezzare tutta la importanza geologica e paleontologica dei dintorni di Porto Venere. E ormai, persuaso quanto fosse imprudente di continuare a scalpellinare sotto le Rocche di S. Pietro, cominciai a meditare sulla loro non lontana rovina!

In una breve Nota dal titolo: « *Gli antichi confini del Golfo di Spezia* » nel 1889 accennai incidentalmente che, presto o tardi, anche il cimitero di Porto Venere sarebbe precipitato in mare *per la devastazione incessante*, *per opera del mare*, *nelle rocce dei dintorni della Grotta Arpaia* (1).

Trascorsi appena cinque anni da quel mio triste presagio, e cioè nel gennaio 1895, essendosi verificato un notevole scoscendimento, precisamente tra il cimitero e la Grotta, quando ebbi a trattarne in altra Nota pubblicata solamente nel 1900, avvisai che altre rovine si preparavano in quelle vicinanze, che vi era anzi da temere che alcuna potesse essere imminente, sicchè dovessero seriamente preoccuparsene le autorità municipali e governative per prevenire disastri con serie conseguenze (2). V. Tav. VI, fig. 2.

Accennando, quindi, più precisamente a quelle pittoresche masse stratificate che si ammiravano sul lato occidentale della piazza già Andrea Doria, designate col nome di Rocche di S. Pietro, aggiungevo: . . . .

. . . .

« Le rocche di S. Pietro strapiombano in modo spaventevole sopra la Grotta Arpaia e « ormai la demolizione della base per opera del mare e degli agenti atmosferici ha tanto « progredito che non è più possibile di passare spensieratamente sotto di esse per recarsi « a visitare la Grotta la cui volta minaccia pure qualche rovina. Lo scoppio di una tor- « pedine, o altre detonazioni come ne hanno luogo di frequente in quelle vicinanze, anche « per esperimenti della R. Marina, potrebbero determinare il crollamento di quella enorme « massa di rocce, tutte fratturate, tutte sconnesse, e solamente per piccola parte ancora « collegata con le rocce schistose che ne costituiscono la base; mentre per la maggior « parte sono ormai isolate e strapiombano spaventevolmente, dal lato del mare, sopra « l'angusto passaggio verso l'antro. Guardando dal basso, chiaro apparisce che quella « massa di rocce sta per franare o scivolare tutta quanta, senza che si possano fare « previsioni riguardo al modo e al tempo.

« Che se finora ci siamo compiaciuti di ammirare le pittoresche rocche di S. Pietro, « penso che sia giunto il tempo di prevenire un possibile disastro, facendole cadere me-

---

(1) Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Classe di Scienze fis. mat. e nat. Seduta 17 Novembre 1889. Roma 1889.

(2) Capellini — *La Rovina della Piana del soldato, presso Grotta Arpaia a Porto Venere.* Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Classe di Scienze fis. mat. e nat. Seduta 4 Marzo 1900. Roma 1900.

« diante qualche cartuccia di dinamite la quale opportunamente e con le dovute precauzioni « si potrebbe fare esplodere sotto la loro base » (1).

Ho creduto di dover riferire testualmente quanto annunziavo ai Lincei, sei anni or sono, perchè pur troppo dovrò dire come tutto avevo previsto esattamente.

In seguito a quella mia pubblicazione, al Municipio di Porto Venere fu imposto: o di far cadere le Rocche di S. Pietro, o quanto meno di impedire a tutti l'accesso alla Grotta, perchè nessuno avesse a restar sepolto sotto la pronosticata rovina. Il Municipio si limitò a far chiudere stabilmente il cancello, e i curiosi per vedere la Grotta vi si recavano con battello, avvertiti di non avvicinarsi alle rocce che minacciavano di franare. Ma gli inconscii e i ragazzi avvezzi ad arrampicarsi per quelle rupi, approfittando di crepacci spaventevoli sgattaiolavano giù per gli scogli dell'Arpaia, beffandosi del cancello chiuso, e forse ancora di chi l'aveva fatto chiudere. Io, poi, ero in modo particolare tormentato da chi prima aveva la chiave del cancello e accompagnava i visitatori; la colpa del divieto era mia e dalla mia volontà sarebbe dipeso di poter di nuovo scender liberamente alla Grotta, per la quale mille frottole si raccontavano ai forestieri. Poco a poco la maggioranza, dei buoni Portoveneresi forse si era persuasa che il pericolo esisteva soltanto nella mente del geologo.

Frattanto io andavo scrutando, con occhio vigile, il lentissimo ma progressivo strapiombare e scivolare delle pittoresche Rocche, e quando nel 1902 accompagnavo i colleghi della Società geologica italiana nella escursione nei dintorni di Porto Venere, ad essi rendevo conto di quanto avevo fino allora osservato, e come alla *Rovina della Piana del Soldato* presto avrebbe fatto seguito quella delle *Rocche di S. Pietro*. Pure, allora, il pericolo non era così imminente da non permettere che, per un ultima volta tutti potessero avvicinarsi a staccare da quei massi belli esemplari del calcare schistoso con *Plicatula intusstriata;* ma quanto a scendere alla Grotta, nessuno osò tenere in non cale i miei consigli, e le faglie e il rovesciamento degli strati dell'Arpaia feci ammirare tranquillamente dal mare. I fenomeni geologici non si misurano nè a giorni nè ad anni, e quando un geologo parla di recenti avvenimenti e di disastri prossimi, bisogna sempre ricordarsi che per esso sono ben piccole unità di misura un secolo o un millenio, ma io devo francamente dichiarare che le sopraccennate rovine nei dintorni dell'Arpaia si sono succedute a così breve distanza l'una dall'altra, e così presto dopo essere state annunziate, che non è facile di prevedere quali altre distruzioni avveranno sulla costa di Porto Venere prima della fine del secolo.

Nello scorso anno studiavo ancora attentamente il progressivo lentissimo movimento delle Rocche e in quelle vicinanze più non azzardavo di avanzarmi incautamente; ma in qual conto si tenessero i moniti del geologo lo addimostrava la numerosa spensierata comitiva che il 9 settembre ultimo scorso si arrampicava e si disponeva artisticamente sopra e attorno alle perigliose rupi per farsi, così, fotografare, V. Tav. III, fig. 3.

Nel mese di ottobre il collega ed amico prof. M o r i n i, essendo venuto a visitare Porto

---

(1) Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Classe di Scienze fis. mat. nat. Seduta 4 Marzo 1900. Vol. IX. Serie 5°, Roma 1900.

Venere, fù da me accompagnato anche a S. Pietro; ma non gli permisi di avvicinarsi alle Rocche per godere, di là, della vista incantevole che offre la ligure costa orientale. Un triste presentimento mi faceva temere seriamente che, da un momento all' altro, per un improvviso urto qualsiasi o per altra accidentalità i massi pittoreschi dovessero franare. In quel giorno (18 Ottobre) salutai per l' ultima volta quelle rupi, a me particolarmente care perchè mi ricordavano le mie prime conquiste geologiche, quando coi preziosi fossili raccolti in quei dintorni potei dimostrare che nella estremità meridionale della catena occidentale del Golfo tutta la serie retica ivi era cronologicamente rovesciata e profondamente litoclasata e sconvolta (1). Vi furono ancora tempeste e furiose libecciate, ma senza dar luogo a nuovi danni apparenti; tornò la calma e non era prevedibile che le Rocche potessero precipitare prima dell' imminente nuovo anno, io speravo ancora di rivederle in Dicembre. Ma il giorno nove di quel mese, con aria tranquilla e tiepida come in una delle più belle giornate primaverili, mentre quasi tutti gli abitanti dell' antico borgo erano rincasati per desinare e il vaporetto aveva appena sbarcato i passeggeri, non pochi arrivati per visitare i monumenti e ammirare le bellezze naturali di quella estrema lingua di terra, un rumor cupo fu avvertito dalle case più prossime all'Arpaia.

Erano le 13,15 l'Arciprete Don Lorenzo Podestà trovavasi col suo collega delle Grazie in un orticello sotto il Castello, quindi più d' altri vicino all'Arpaia; egli narra che appena scosso dal rombo tremendo, mentre precipitavano in mare quelle masse rocciose, avendo intuito che si fosse avverato quanto avevo molti anni prima pronosticato, corse a vedere e pel primo ebbe a constatare che *una delle grandi bellezze di Porto Venere era scomparsa!* Il figlio del maresciallo Sacconi stava sulla piazza Spallanzani a breve distanza e v' erano pure alcune donne; il primo sentì strapparsi violentemente dal capo il berretto che fu asportato dal lato della rovina, tutti insieme fuggirono atterriti temendo che il monte tutto fosse per franare e seppellirli sotto le rovine.

Un ora dopo, il dott. Pavolini si affrettava a scrivermi che *le Rocche di S. Pietro alla Vistetta* erano cadute aggiungendo, per tranquillizzarmi, che ciò era avvenuto senza alcuna disgrazia; il Colonnello dott. Petella Direttore dell' Ospedale di Marina mi confermava la triste notizia informandomi altresì che un ragazzo si era miracolosamente salvato. Ma io non avevo ancora veduto la già citata bellissima fotografia Tav. III, fig. 3 eseguita dal signor Codevilla di Genova nella quale *sulle mal fide Rocche* si contano oltre a trenta persone (compresa la famiglia del Colonnello Petella) le quali rappresentavano dodici famiglie e che sarebbero inevitabilmente perite se in quel punto fosse avvenuto il distacco finale; ignoravo che ormai fosse quasi venuto di moda di farsi fotografare presso quei massi.

La figura 2, Tav. VI, permette di apprezzare l' angusta base sulla quale da ultimo poggiava in parte l' enorme massa rocciosa che ora ingombra l' accesso alla Grotta; le persone che guardano attonite si trovano sulla fronte dello strato di calcare a Plicatule appena lisciato dalle masse prima sovraincombenti nel momento in cui precipitavano.

---

(1) Capellini G. — Fossili infraliassici dei dintorni del Golfo della Spezia. Memorie dell'Accad. delle Scienze in Bologna. Serie 2ª. Vol. V. Bologna 1866.

La *Vistetta* è mutata in *Gran Vista*, lo strato di calcare che forma provvisoriamente la bella terrazza dalla quale si potranno contemplare melanconicamente i rosei tramonti sarà ricercato avidamente dai paleontologi, e molti oseranno ancora di ammirare le sottostanti masse franate avanzandosi imprudentemente sull' orlo del precipizio.

Occorre che, senza indugiare, chi ne ha il dovere pensi a provvedere per evitare disastri; bisogna che sia impedito a tutti di avvicinarsi a rupi che stanno ancora per franare, occorre che si facciano cadere quelle che offrono maggior pericolo anche per chi si trovasse a qualche distanza quando si lasciassero cadere naturalmente.

Ed ora mi si chiederà se vi fu una causa determinante quella rovina, come avevo accennato quando avvertivo del pericolo. Per me è fuor di dubbio che le violente tempeste dello scorso anno, le abbondanti pioggie dell' autunno, le mine che di giorno e di notte si fanno esplodere nella riattivata cava Carlo Alberto all' Isola Palmaria, complessivamente possono avere contribuito ad affrettare ciò che ormai era impossibile di scongiurare; le ultime mine esplose alla Palmaria il 9 Dicembre 1905 avranno certamente influito per la caduta delle Rocche che avveniva appena un' ora dopo. Chi si fosse trovato a mezzogiorno nella piazza Spallanzani e avesse pensato di osservare i minacciosi massi, avrebbe forse avvertito l'imminente disastro e avrebbe potuto contemplare lo spettacolo spaventevole; ma ho già accennato, che in quell' ora la piazza era deserta e nei giorni precedenti nessuno aveva osservato o si era accorto di qualche nuovo crepaccio o mutamento precursore della orribile frana.

Non potrei dire con giusta approssimazione della entità delle rocce già precipitate, ma alcuni ingegneri che visitarono il luogo del disastro ne valutarono il volume in otto o diecimila metri cubi; per qualche tempo ancora si avranno in quei dintorni altri scoscendimenti che però giova sperare avvengano essi pure senza tristi conseguenze e siano ancora meno importanti di quest' ultimo da me previsto e verificato.

Quanti si sono fatti fotografare sulle Rocche di S. Pietro, quanti hanno scherzato con quelle rupi potranno narrare di avere imprudentemente rischiato di perdere miseramente la vita, solamente per non avere avuto fede nelle previsioni del geologo.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I.

Fig. 1ª — Il Tiretto e il vicino *Scoglio grosso* visti dall' Isola Tiro; manca tra essi la serie calcareo schistosa, quasi completamente asportata anche sull' isoletta Tiretto, e nella quale sono scavate grotte nei fianchi dell' Isola Tiro, e quella dell'Arpaia a Porto Venere.

Fig. 2ª — La dirupata costa occidentale dell'Isola Palmaria nella sua estremità meridionale. A destra si vede in parte l' Isola Tiro; la più alta ripa (*falaise*) dolomitica a sinistra è conosciuta col nome di *Punta del Pittonetto.*

Fig. 3ª — Il Pittonetto visto da Sud-Ovest. Sulla fronte erta e scoscesa si notano l'ingresso alla Grotta dei Colombi (*a*) e la franata angusta insenatura per la quale dall'alto si scende fino alla bocca dell' antro. A sinistra si scorge il principio della *Cala grande* nella quale si trova la Grotta che ho dedicata a Lazzaro Spallanzani che pel primo descrisse le Grotte dell' Isola Palmaria Da fotografia favoritami dal prof. Luxoro.

TAVOLA II.

Fig. 1ª — Questa figura ha per fine di far meglio apprezzare la forma e le dimensioni della apertura esterna della Grotta dei Colombi e le litoclasi che agevolano gli scoscendimenti e l' azione distruggitrice del mare nel lato occidentale dell' isola. Da una fotografia del Dott. Carlo Capellini.

Fig. 2ª — La Grotta di Cala grande ricordata col nome di Grotta Lazzaro Spallanzani. Questa Grotta abbastanza ampia e nella quale si può entrare con piccolo battello é molto interessante per lo studio del *Rubble drift.* (*Sassi che sembrano fluitati*) come ne fece cenno Lazzaro Spallanzani (*).

(*) Capellini G. — *G. Rubble-drift e breccia ossifera nell' Isola Palmaria.* Mem. Ac. Sc. Bologna. S. 5.ª Tomo V. Bologna 1895.

TAVOLA III.

Fig. 1ª — Le Rocche di S. Pietro come erano circa trenta anni prima della rovina e come si vedevano andando alla Punta di S. Pietro. (V. anche Issel. *Liguria geologica e preistorica*, Tav. XIX) es. di sezione naturale.

Fig. 2ª — La più piccola ma la più pittoresca e la più minacciosa delle Rocche fotograta un anno prima che precipitasse, ma quando già era stato avvertito il pericolo della prossima rovina.

Fig. 3ª — Le Rocche di S. Pietro fotografate dal signor Codevilla di Genova il 9 settembre 1905, trovandosi artisticamente distribuiti sovr' esse più di trenta suoi parenti, amici e conoscenti, per la maggior parte inconscii del gravissimo pericolo al quale si esponevano.

TAVOLA IV.

Fig. 1ª — Il picco dolomitico del Muzzerone m. 335 che veduto dalla Grotta dell'Arpaia somiglia moltissimo al Capo Nord. Si nota la faglia tra la massa dolomitica e i calcari e schiti della Grotta Arpaia.

Fig. 2ª — La Grotta dell'Arpaia prima delle rovine della Piana del Soldato e delle Rocche di S. Pietro. Riduzione di una splendida fotografia favoritami dal prof. Luxoro di Genova.

TAVOLA V.

Fig. 1ª — Il Castelletto presso S. Pietro come si trovava nel principio del Secolo XIX. A destra si vede porzione della scogliera detta *I Faion;* sotto il Castelletto la faglia è ancora mascherata da massi dolomitici, a sinistra affiora lo scoglio detto *la Scarpa*. Da un disegno a penna del celebre C.° Clerc (1811).

Fig. 2ª — Sotto la Casermetta che ha rimpiazzato il Castelletto si vede la rovina dei massi dolomitici e delle rocce stratificate che hanno lasciato scoperta la faglia contro la quale poggiavano. Questa fotografia è anteriore alla rovina della Piana del Soldato e delle Rocche di S. Pietro. È interessante il confronto con la precedente figura.

Fig. 3ª — Le Rocche di S. Pietro e la Grotta Arpaia dopo la Rovina della Piana del Soldato e quando già minacciavano di precipitare. Dalla bella Cartolina postale della Ditta Pucci, fotografia del signor Civicchioni di Moneglia.

TAVOLA VI.

Fig. 1ª — Veduta dell'Arpaia, in quella parte che interessa per apprezzare convenientemente la *Rovina della Piana del Soldato* che si vede a sinistra della Grotta e gli avanzi delle *Rocche di S. Pietro* precipitate in mare che stanno a destra di essa e ne ingombrano l' accesso.

Fig. 2ª — Questa figura è destinata a fare apprezzare su quale angusta base poggiavano da ultimo le Rocche di S. Pietro. Al limite, o linea di affioramento dello strato di calcare a *Plicatula intusstriata* che forma il piano della terrazza stanno i due osservatori; dal lato opposto, cioè verso il mare, lo strato è nettamente troncato per una frattura diretta da Nord-Ovest a Sud-Est normale al piano di stratificazione. Le masse sottostanti agli avanzi della piccola torre, stanno per rovinare con essa. Dalla stessa figura si ha una giusta idea della posizione relativa del tempietto di S. Pietro e della Casermetta che poggia sul litoclasato masso dolomitico con Portoro e guarda quanto già è franato al suo piede. Nel muretto si vede la porta per la quale si scendeva alla Grotta. Non si deve tenere conto alcuno della inesatta iscrizione che resta ancora al sommo della porta!

Da fotografie del Dott. Carlo Capellini.

1.

SCOGLIO GROSSO E ISOLA TIRETTO

2.

LE ALTE RIPE DELL'ISOLA PALMARIA E L'ISOLA TIRO

3.

ELIO E CALZOLARI & FERRARIO - MILANO

LA GROTTA DEI COLOMBI NELL'ALTA RIPA PITTONETTO ISOLA PALMARIA

1.

ENTRATA DELLA GROTTA DEI COLOMBI

2.

ELIOT. CALZOLARI & FERRARIO - MILANO

GROTTA LAZZARO SPALLANZANI

LE ROCCHE DI S. PIETRO

2.

1904

3.

ELIOT CALZOLARI & FERRARIO-MILANO

1905

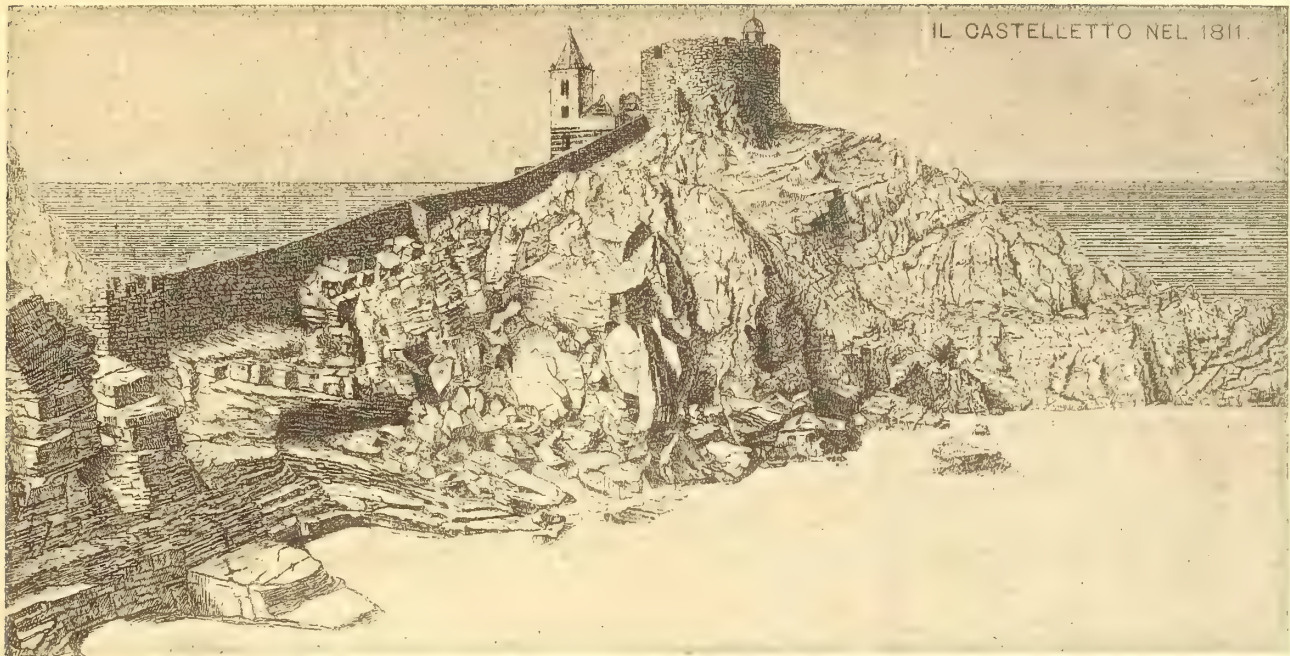
ROCCHE DI S. PIETRO

1.

IL PICCO DEL MUZZERONE

2.

ELIOT. CALZOLARI & FERRARIO - MILANO

LA GROTTA DELL'ARPAIA

IL CASTELLETTO NEL 1811.

2. LA CASERMETTA

3.

ELIOT. CALZOLARI & FERRARIO-MILANO

LE ROCCHE DI S. PIETRO E LA GROTTA ARPAIA

ROVINE DELLA PIANA DEL SOLDATO E DELLE ROCCHE DI S. PIETRO

2.

ELIOT. CALZOLARI & FERRARIO - MILANO

LA BASE DELLE ROCCHE PRECIPITATE - S. PIETRO E LA CASERMETTA

DELLE CONICHE CONIUGATE

MEMORIA

DEL

PROF. FERDINANDO PAOLO RUFFINI

(letta nella Sessione del 1° Aprile 1906).

Diconsi *coniugate* due coniche k_1 e k_2 se ciascuna è polare reciproca di se stessa in rispetto all' altra considerata come conica fondamentale. Il concetto di due coniche polari reciproche di se stesse ciascuna in rispetto all' altra fu per la prima volta enunciato nel 1871 in uno scritto col titolo: « *Sulla ricerca della conica rispetto alla quale due coniche date sono polari reciproche* [1] » e più distesamente in altro scritto: « *Di alcuni teoremi riferibili alla polarità reciproca delle coniche* [2] ». Il medesimo concetto è pure espresso in una Memoria postuma dello Steiner pubblicata nell' anno 1876 e ricordata dal compianto prof. Wiener [3], e di poi fu svolta dal medesimo sig. Wiener e, in diversi scritti, dal sig. prof. Retali, il quale prima d' ogni altro applicò il nome di *coniugate* alle due coniche di una coppia di coniche polari reciproche di se stesse ciascuna in rispetto all' altra [4]. La teoria di tali coppie è stata in seguito accolta e illustrata da parecchi geometri e ottenne libero accesso nelle scuole.

Proprietà caratteristiche di due coniche coniugate sono: se una conica k_1 è polare reciproca di se stessa in rispetto a un' altra conica k_2, la k_2 è polare reciproca di se stessa in rispetto alla k_1 e le due coniche sono coniugate: due coniche coniugate sono a doppio contatto l' una dell' altra: ne segue che due coniche coniugate non

---

(1) Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere e Arti in Modena. T. XII. a. 1871.

(2) Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. S. III. T. VI. a. 1876.

(3) *Die Theorie der Kegelschnitte, gestütz auf projektivischen Eigenschaften.* Auf Grund von Universitäts Vorträgen und mit Benutzung hinterlassenen Manuscripte Jacob Steiner bearbeitet von D.r H. Schröter a. 1876.

(4) V. Retali — *Sopra una serie particolare di indice due.* Memorie dell' Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna. S. IV. T. V. a. 1884. Poco dopo e nello stesso anno 1884 indipendentemente dal Retali il precitato prof. Wiener nella sua opera *Lehrbuch der darstellenden Geometrie* usava la stessa denominazione (*konjugierte Kegelschnitte*).

possono intersecarsi e debbono essere disposte l' una esterna all' altra; poichè se una di esse, per esempio la conica k_2, fosse interna alla k_1, le rette polari dei punti della k_2 in rispetto alla k_1 sarebbero esterne alla k_1 e non potrebbero inviluppare la k_2. Per conseguenza se due coniche reali sono coniugate e non sono due parabole, una almeno di esse è una iperbola.

Non è stata, per quanto io so, posta la questione se data una conica e dati in essa due punti, abbiavi sempre qualche altra conica che le sia coniugata e a contatto nei due punti dati: mi propongo con questo breve scritto di risolvere tale questione.

Sia data una conica k_1 e dati in essa due punti A e B che non siano i due punti estremi di un suo diametro, e si cerchi se vi sia qualche altra conica k_2 che le sia coniugata e a contatto nei due dati punti.

Si conducano le rette x e y, tangenti la k_1 nei punti A e B rispettivamente, le quali si incontreranno in un punto C, e si riferisca la conica alle rette Cx e Cy come ad assi coordinati nel punto C. Scriveremo l' equazione di questa, come quelle delle altre coniche che ci occorrerà di riportare, sotto forma omogenea, introducendovi l' una o l' altra delle lettere z, y, w come simboli dell' unità, e così l' equazione della k_1 potrà essere ridotta alla forma

1) $$k_1 \equiv l^2x^2 + m^2y^2 + n^2z^2 + 2mnyz + 2nlzx - 2h^2xy = 0$$

in coordinate cartesiane, ovvero alla

2) $$k'_1 \equiv (h^2 - lm)w^2 + 2lnvw + 2mnwu - 2n^2uv = 0$$

in coordinate tangenziali. I coefficienti l, m, n, h si suppongono dati; le coordinate dei punti A e B sono rispettivamente

3) $$x = -\frac{n}{l}z, \quad y = 0; \quad \text{e} \quad x = 0, \quad y = -\frac{n}{m}z;$$

l' equazione della retta AB scritta anch' essa sotto forma omogenea è

4) $$lx + my + nz = 0\,.$$

Se nell' equazione (1) al coefficiente h^2 si sostituisca un parametro arbitrario p^2, l' equazione che ne risulta

$$\varphi \equiv l^2x^2 + m^2y^2 + n^2z^2 + 2mnyz + 2nlzx - 2p^2xy = 0$$

rappresenta il fascio di coniche a doppio contatto ciascuna colla data k_1 negli stessi due punti, e se v' è, come ora supponiamo, qualche conica coniugata colla k_1 e a contatto con questa nell' uno e nell' altro dei punti A e B, essa apparterà al fascio φ e la rappresentiamo coll' equazione

5) $$l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2mn\beta\gamma + 2nl\gamma\alpha - 2p^2\alpha\beta = 0\,,$$

restando che poi si determini il valore della costante p^2.

L' equazione della retta polare in rispetto alla conica (5) di un punto qualsivoglia (x, y, z) della conica k_1 può scriversi

$$6)\qquad Px + Qy + Rz = 0\,,$$

nella quale è

$$P = l^2\alpha - p^2\beta + nl\gamma, \quad Q = -p^2\alpha + m^2\beta + mn\gamma, \quad R = ln\alpha + mn\beta + n^2\gamma,$$

e come questa polare deve riuscire tangente la conica k_1 così essa dovrà soddisfare l' equazione (2), dovrà cioè essere

$$7)\qquad (h^2 - lm)R^2 + 2nlQR + 2mnRP - 2n^2PQ = 0\,,$$

ossia sostituendo alle P, Q, R i loro valori e riducendo

$$8)\quad (h^2 + lm)n^2\{l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2mn\beta\gamma + 2nl\gamma\alpha\} + 2n^2(h^2lm - p^4 - 2p^2lm)\alpha\beta + 0\,.$$

Affinchè l' equazione (5) rappresenti una conica coniugata alla k_1 si dovrà attribuire alla p^2 valore tale da rendere l' equazione (8) equivalente alla (1): porremo per ciò

$$h^2lm + p^4 - 2p^2lm = -(h^2 + lm)h^2.$$

onde

$$9)\qquad p^2 = -lm \pm (h^2 + lm)\,.$$

La soluzione

$$p^2 = h^2$$

non dà una nuova conica e esprime soltanto che la k_1 (come ogni conica) è coniugata a se stessa, cioè conica autoconiugata: il valore

$$p^2 = -(h^2 + 2lm)$$

sostituito nella (5) dà l' equazione

$$10)\qquad k_2 = l^2\alpha^2 + m^2\beta + n^2\gamma^2 + 2lm\beta o + 2nl\gamma\alpha + 2(h^2 + 2lm)\alpha\beta = 0:$$

sono dunque coniche coniugate le coniche k_1 (1) e k_2 (10) e la sola k_2 è coniugata alla k_1 e a contatto con essa nei punti A e B.

Nel caso particolare fosse data

$$h^2 = -lm$$

l' equazione (1) si ridurrebbe alla

$$(lx + my + nz)^2 = 0\,;$$

la conica data k_1 sarebbe una conica degenere formata dal sistema di due rette coincidenti e i due valori della p^2 coinciderebbero col valore

$$p^2 = -lm = h^2:$$

onde un sistema di due rette coincidenti riguardato come conica non ammette conica coniugata e si può soltanto ritenere come conica autoconiugata.

Altrettanto dicasi del sistema di due rette concorrenti riguardato come una conica; poichè se nell' equazione (1) della k_1 fosse

$$l = m = n = 0 ,$$

si avrebbe

$$k_1 \equiv h^2 xy = 0 ,$$

l' equazione (9) diventerebbe

$$p^2 = \pm h^2,$$

e la (18)

$$k_2 \equiv h^2 \alpha\beta = 0 ,$$

onde: data una conica k_1 e due punti in essa che non siano i punti estremi di un suo diametro, vi è, in generale, un' altra conica, e una sola, che le è coniugata e a contatto nei due punti dati; se però la data k_1 consistesse in un sistema di due rette coincidenti o concorrenti essa non ammetterebbe conica coniugata e soltanto si potrebbe ritenere come coniugata a se stessa, ossia come conica autoconiugata.

Suppongasi ora che i due punti dati A e B sieno i due punti estremi di uno stesso diametro della conica data k_1.

Sia in primo luogo la conica k_1 una parabola. Non potrà un' altra conica avere doppio contatto colla k_1 nei punti estremi di un diametro di questa se non sia anch' essa una parabola colla tangente al vertice e l' asse comuni colla k_1. Sia della parabola data

$$11) \qquad k_1 \equiv m^2 y^2 + 2k^2 zx = 0$$

l' equazione in coordinate cartesiane ortogonali, e

$$12) \qquad k_1' \equiv h^2 v^2 + 2m^2 wu = 0$$

l' equazione in coordinate tangenziali, e alla equazione della parabola sua coniugata, supposto vi sia, si potrà dare la forma

$$13) \qquad \varphi \equiv m^2 \beta^2 + 2p^2 \gamma\alpha = 0 .$$

L' equazione della polare in rispetto alla φ (13) di un punto qualsivoglia (x, y, z) della conica (11) è

$$14) \qquad p^2 \gamma x + m_2 \beta y + p^2 \alpha z = 0 ,$$

e dovrà questa polare riuscire tangente la conica k_1 e perciò la sua equazione (14) soddisfare la (12), dovrà cioè essere

$$m^2 \beta^2 + 2 \frac{p^4}{h^2} \gamma\alpha = 0 :$$

equazione nella quale dovremo sostituire a p^4 tale valore da rendere l' equazione stessa equivalente alla (11), e perciò porremo

$$\frac{p^4}{h^2} = h^2, \quad p^2 = \pm h^2$$

non occorrendo tener conto della soluzione $p^2 = + h^2$ per la quale la φ riproduce la conica k_1, riterremo

$$p^2 = - h^2 :$$

si sostituisca questo valore della p^2 nell' equazione (13) e risulterà che le due coniche

$$15) \qquad \begin{cases} k_1 \equiv m^2y^2 + 2h^2zx = 0 , \\ k_2 \equiv m^2\beta - 2h^2\gamma\alpha = 0 \end{cases}$$

sono coniche coniugate [1].

Al medesimo risultamento si perviene col cercare direttamente l' inviluppo della retta polare (14), in rispetto alla conica φ (13), del punto (x, y, z) appartenente alla conica k_1 (11). Derivando l' equazione (11) col ricordare che z è costante si ha

$$\frac{y'}{x'} = - \frac{h^2z}{m^2y},$$

e similmente derivando la (14)

$$\frac{y'}{x'} = - \frac{p^2\gamma}{m^2\beta};$$

poichè la polare (14) deve riuscire costantemente tangente la conica k_1, porremo

$$\frac{h^2z}{m^2y} = \frac{p^2\gamma}{m^2\beta}, \quad p^2\gamma y \equiv h^2z\beta :$$

da quest' ultima equazione, mediante le (11) e (14) si eliminino le variabili x e y e si avrà l' equazione dell' inviluppo cercato

$$m^2\beta^2 + 2\frac{p^4}{h^2}\gamma\alpha = 0 ,$$

la quale si riduce alla (11) collo attribuire alla p^2 l' uno o l' altro dei valori

$$p^2 = \pm h^2.$$

Sia in secondo luogo la conica k_1 dotata di centro. Si riferisca la conica a due assi ortogonali $O(x, y)$ coordinati nel suo centro O in modo che l' asse Ox passi pei due punti A e B e ne sia

$$16) \qquad k_1 \equiv a^2x^2 + b^2y^2 - c^2z^2 + 2hxy = 0$$

l' equazione in coordinate cartesiane e

$$17) \qquad k_1' \equiv b^2c^2u^2 + c^2a^2v^2 + (h^4 - a^2b^2)w^2 - 2c^2h^2uv = 0$$

l' equazione in coordinate tangenziali

---

(1) Il sig. prof. Retali ha già notato che le parabole (15) sono coniugate (loc. cit.).

Un' altra conica k_2 a contatto colla k_1 nell' uno e nell' altro dei punti A e B è necessariamente concentrica alla k_1, perchè le tangenti la k_1 nei predetti due punti essendo parallele, dovranno essere parallele anche le tangenti in que' punti la k_2 e la retta AB diametro comune alle due coniche; onde all' equazione della conica k_2 riferita come la k_1 agli assi $O(x, y)$ si potrà dare la forma

$$18) \qquad \varphi \equiv a^2\alpha^2 + b_1^2\beta^2 - c_1^2\gamma^2 + 2h_1^2\alpha\beta = 0 .$$

Si vuole che le due coniche siano a contatto fra loro nei due punti A e B, onde per $y = 0$, $\gamma = 0$ dovrà risultare

$$\frac{y'}{x'} = \frac{\beta'}{\alpha'}, \quad \frac{a^2x}{h^2x} = \frac{a^2\alpha}{h_1^2\alpha}, \quad h_1^2 = h^2$$

e alla precedente equazione (18) si potrà sostituire la

$$19) \qquad \varphi \equiv a^2\alpha^2 + b_1^2\beta^2 - c_1^2\gamma^2 + 2h^2\alpha\beta = 0 .$$

La polare in rispetto alla conica φ (19) di un punto qualsivoglia (x, y, z) della conica k_1 (16) ha per sua equazione

$$Px + Qy + Rz = 0 ,$$

$$P = a^2\alpha + h^2\beta, \quad Q = h^2\alpha + b_1^2\beta; \quad R = - c_1^2\gamma ,$$

e dovrà essere per la (17)

$$20) \qquad b^2c^2P^2 + c^2a^2Q^2 + (h^4 - a^2b^2)R^2 - 2c^2h^2PQ = 0 :$$

sostituendo alle P, Q, R i loro valori e procedendo poi col metodo seguito nei casi precedenti per rendere l' equazione risultante equivalente alla (16) si troverà che alla c_1^2 si può attribuire l' uno o l' altro dei valori

$$c_1^2 = + c^2, \quad c_1^2 = - c^2$$

e alla b_1^2 l' uno o l' altro dei valori

$$b_1^2 = + b^2, \quad b_1^2 = \frac{2h^4}{a^2} - b^2 :$$

sono pertanto coniugate alla k_1 le coniche

$$21) \qquad \begin{cases} k_1 \equiv a^2\alpha^2 + b^2\beta^2 - c^2\gamma^2 + 2h^2\alpha\beta = 0 , \\ k_2 \equiv a^2\alpha^2 + b^2\beta^2 + c^2\beta^2 + 2h^2\alpha\beta = 0 , \\ k_3 \equiv a^2\alpha^2 + \left(\dfrac{2h^4}{a^2} - b^2\right)\beta^2 - c^2\gamma^2 + 2h^2\alpha\beta = 0 , \\ k_2 \equiv a^2\alpha^2 + \left(\dfrac{2h^4}{a^2} - b^2\right)\beta^2 + c^2\gamma^2 + 2h^2\alpha\beta = 0 , \end{cases}$$

tutte a doppio contatto fra loro negli stessi due punti, delle quali una coincide colla

conica data, una sarà immaginaria non potendo due ellissi reali essere coniche coniugate, come fu sopra osservato, e ciascuna è coniugata a ciascuna delle altre tre, presentando così un sistema di quattro coniche nel quale si possono distinguere sei coppie di coniche coniugate.

Se gli assi coordinati sono i due assi della conica data k_1, riuscendo $h^2 = 0$, in luogo dell' equazione (16) si ha

22) $$a^2x^2 + b^2y^2 - c^2z^2 = 0$$

e alle quattro equazioni (21) si sostituiscono le

23) $$\begin{cases} h_1 \equiv a^2\alpha^2 + b^2\beta^2 - c^2\gamma^2 = 0\,, \\ k_2 \equiv a^2\alpha^2 + b^2\beta^2 + c^2\gamma^2 = 0\,, \\ k_3 \equiv a^2\alpha^2 - b^2\beta^2 - c^2\gamma^2 = 0\,, \\ k_4 \equiv a^2\alpha^2 - b^2\beta^2 + c^2\gamma^2 = 0\,; \end{cases}$$ [1]

rappresentanti le quattro coniche coniugate alla data k_1: una di queste coniche coincide colla k_1, una è manifestamente immaginaria e ciascuna è coniugata a ciascuna delle altre tre.

Si può ora affermare che *data una conica e due punti in essa, vi è, in generale, un' altra conica, e una sola, che le è coniugata e a contatto nei due punti dati : se però la data conica è dotata di centro e i punti dati sono i punti estremi di un suo diametro, sono tre le altre coniche coniugate alla data e che le sono tangenti nei dati punti, e a queste tre aggiungendo la data si hanno quattro coniche a doppio contatto fra loro negli stessi due punti e che prese due a due danno sei coppie di due coniche coniugate.*

Se la conica data fosse conica degenere formata da un sistema di due rette coincidenti o concorrenti, essa non ammetterebbe conica coniugata e potrebbe soltanto essere ritenuta come conica autoconiugata.

---

(1) che le coniche k_3, k_4 sono coniche coniugate è già stato prima d'ora dimostrato dal precitato sig. Retali.

INTORNO ALLA RAZIONALE CURA

DELLE

DIASTASI PRIMITIVE DEI MUSCOLI RETTI DELL'ADDOME

E AL MODO DI PREVENIRE E CURARE LE FORME POST-LAPAROTOMICHE

MEMORIA

DEL

PROF. GIUSEPPE RUGGI

DIRETTORE DELLA CLINICA CHIRURGICA DI BOLOGNA

(letta nella Sessione dell' 11 Marzo 1906).

Le diastasi primitive dei muscoli retti dell' addome, consecutive a forti e ripetute distensioni delle pareti addominali e le *diastasi post-laparotomiche*, sebbene diverse nella loro patogenesi, hanno non pertanto alcuni punti di affinità e di comunanza che debbono esser ricordati. Per convincersi di ciò basta rammentare che, tanto le *diastasi primitive*, derivanti da cause traumatiche lievi, d' azione lenta e progressiva, spesso da speciali distrofie o da congenite disposizioni favorite, quanto le *diastasi cruenti* d' origine decisamente traumatica, si osservano di preferenza sulla linea mediana nel tratto ombellico-pubico.

A spiegare tale coincidenza di fatti si potrebbe forse semplicemente affermare che ciò avviene perchè nell' accennata località a preferenza si concentrano le risultanze del parallelogramma delle forze endo-addominali e perchè in tale tratto di pareti vengono più di frequente eseguite le incisioni laparotomiche. Ma dall' esame e dal confronto delle pareti addominali nelle regioni sopra e sotto-ombellicali si vedrà che esistono realmente alcune differenze anatomiche atte a spiegare tale frequenza e tale coincidenza di fatti; nonchè a segnare la via da seguire per una cura veramente razionale, diretta cioè a togliere od a prevenire le sopra-indicate lesioni.

Le pareti addominali risultano in gran parte formate, come è noto, dai così detti muscoli larghi (obliquo esterno, obliquo interno e trasverso), aventi molteplici inserzioni in addietro alle costole, alla colonna vertebrale ed al bacino. Ora questi muscoli, nel portarsi in avanti per fasciare lateralmente l' addome, si trasformano in robuste aponeurosi le quali si riuniscono con quelle del lato opposto sulla linea mediana per formare la così detta linea alba. Le differenze capitali rispetto al loro decorso nelle regioni sopra e sotto-ombellicali, si notano là dove le predette aponeurosi s' incontrano con i muscoli retti dell' addome, che esse fasciano appunto in modo diverso. Però oltre a questo vi è anche un altro fatto

assai meritevole di considerazione, riposto negli attacchi che le accennate aponeurosi prendono in avanti cogli stessi muscoli retti al disopra dell' ombellico, cosa che non si osserva in basso cioè al disotto dell' ombellico.

Lo studio relativo alla muscolatura delle parti addominali è assai antico; e l'argomento fu studiato a periodi molto distanti l'uno dall'altro. Così mentre il Vesalio, nel cinquecento, scriveva che le due aponeurosi dei muscoli obliqui (esterno ed interno), insieme riunite, erano collocate anteriormente al muscolo retto ed attaccate alle intersezioni tendinee di questo e che l' aponeurosi del trasverso era in totalità posta alla parte posteriore del predetto muscolo (1), il Falloppio, al principio del seicento, scriveva per primo che l' aponeurosi dell' obliquo interno era divisa in due lamine, l' una situata ventralmente al muscolo retto in uno a quella dell' obliquo esterno, l' altra dorsalmente insieme all' aponeurosi del muscolo trasverso (2). Lo stesso scrissero dipoi il Casserio (3) e lo Spigelio (4).

L'Albini, nel settecento, scrisse per primo che l' aponeurosi dell' obliquo interno, composta dallo sterno fino a metà dello spazio che passa fra l' ombellico ed il pube di due lamine, ventrale l' una, dorsale l' altra, al disotto di questo limite si fa tutta ventrale, associandosi all' aponeurosi del trasverso che in tale punto dell' addome a quella totalmente si congiunge (5).

Si deve per ultimo al Douglas la descrizione dettagliata della così detta linea semicircolare la quale, a metà circa dello spazio che divide l' ombellico dal pube, segna il passaggio della lamina posteriore dell' obliquo interno e del trasverso alla faccia ventrale del muscolo retto (6).

Ora queste cose tutte, messe in rilievo recentemente dal Dall'Acqua (7), stanno a dimostrare che, le cognizioni che si possiedono oggidì sull' argomento e delle quali si servono gli autori anche più recenti, senza le dovute citazioni, sono il frutto di studi anatomici antecedenti nei quali gli italiani ebbero certo la più gran parte.

Per convincervi del mio asserto trascrivo quanto sull' argomento trovo pubblicato nel Testut (9).

« L'aponeurosi del grande obliquo, il più superficiale dei tre, passa al davanti del muscolo retto e lo ricuopre in tutta la sua altezza dal pube all' apofisi xifoide.

L' aponeurosi del piccolo obliquo si divide al bordo esterno del muscolo retto in due foglietti: Uno anteriore che passa al davanti del predetto muscolo, fondendosi coll' aponeurosi del grande obliquo; ed uno posteriore che passa al didietro del muscolo retto soltanto nei tre quarti superiori. Nel quarto inferiore non si sdoppia, ma passa intero al davanti del muscolo retto, fondendosi coll' aponeurosi del soprastante muscolo grande obliquo.

L' aponeurosi del trasverso passa al didietro del muscolo retto nei suoi $^3/_4$ superiori, fondendosi col foglietto posteriore dell' aponeurosi del piccolo obliquo. Nel suo quarto inferiore invece essa passa al davanti del muscolo retto, fondendosi coll' aponeurosi del piccolo e del grande obliquo ».

Dalla qui accennata normale disposizione anatomica delle parti, che è poi quella ora generalmente ammessa, chiaro emerge adunque che i due retti dell' addome sono costante-

mente fasciati in avanti e in addietro da eguale spessore di strati aponeurotici, nel tratto sopra-ombellicale e nella metà superiore del tratto sotto-ombellicale; mentre che, nella seconda metà di questo, cioè nel quarto inferiore dell'addome, tutti gli strati aponeurotici stanno loro senza distinzione al davanti.

Le accennate anatomiche disposizioni sono certo assai importanti, come importantissima si è quella relativa all'adesione che esiste fra la fascia aponeurotica anteriore ai retti e le intersezioni tendinee; cosa questa esclusiva al tratto sopra-ombellicale, dove tali intersezioni nel numero di 2-4 per parte, rendono questa regione dell'addome sempre più diversa dalla sotto-ombellicale.

La presenza delle indicate aderenze oltremodo tenaci ed estese per tutta l'intersezione tendinea fa sì che difficile riesca lo spostamento del ventre muscolare in alto, cioè per entro alla guaina dei retti. Anche se le aponeurosi addominali sono sfiancate o tagliate in un senso o nell'altro, cioè tanto in senso verticale che trasverso, si può, avvicinando le parti con apposita sutura, agire efficacemente su le aponeurosi che i muscoli retti rinserrano. Dalla disposizione muscolo-aponeurotica sopra accennata si comprende ancora quanto debba essere d'applicazione efficace il taglio in senso trasversale, sotto-ipocondriaco, delle pareti addominali da me consigliato ed eseguito in alcuni speciali casi, perchè è sempre possibile nella parte alta dell'addome attaccare con buone suture al davanti e al didietro dei muscoli retti gli strati aponeurotici che a quelli, specie in avanti, tenacemente aderiscono.

Tutto ciò è ben diverso da quello che si osserva nel tratto sotto-ombellicale dove i muscoli retti mancano, come già dissi, delle intersezioni tendinee e le aponeurosi d'inviluppo non hanno rapporti di continuità coi muscoli predetti. Questi soltanto sono dalle aponeurosi semplicemente avvolti per guisa che si possono da esse assai facilmente distaccare in tutta la loro estensione. Ma se tale distacco è facile ad ottenersi colla dissezione, di leggieri si comprende che, nelle forti distensioni delle pareti addominali e negli stiramenti ai quali le aponeurosi possono andare soggette per fatti fisiologici e patologici, i muscoli stessi debbono facilmente subire dislogamenti e mutamenti successivi di posizione atti a rendere evidente l'allontanamento del bordo interno di un muscolo retto dal bordo corrispondente dell'altro retto addominale.

A favorire l'annunciato meccanismo contribuisce certo, nel quarto inferiore del ventre, la mancanza di qualsiasi aponeurosi posteriore, dipendenza dei muscoli larghi dell'addome. Infatti, come già dissi, l'astuccio tendineo-aponeurotico formato attorno ai due retti dai muscoli larghi dell'addome è incompleto nella regione ipogastrica, dove in addietro, sono quelli ad immediato contatto dell'aponeurosi trasversalis.

La linea alba dell'addome, estesa dall'apofisi xifoide al pube, costituisce sulla linea mediana un setto assai robusto, rafforzato, verso il basso ed in avanti, dalle adesioni dei piramidali e di alcune fibre tendinee d'attacco dei retti al pube; in addietro e in basso dal legamento triangolare avente sua base al pube. Detta linea alba risulta formata in tutta la sua lunghezza dall'incontro dei fasci fibrosi delle aponeurosi addominali anteriori ai muscoli retti che s'innestano fra di loro intessendo le proprie fibre sulla linea mediana

e prendendo rapporti con quelle spettanti alle lamine aponeurotiche posteriori. Siccome poi queste nel quarto inferiore dell'addome sono costituite dalla sola aponeurosi trasversalis, così in tal punto il setto è meno spesso e quindi meno resistente che in alto.

L'anatomia fisiologica adunque spiega o, per meglio dire, dà ragione della minor resistenza che presentano le pareti addominali all'ipogastrio, dove ha invece maggiore influenza la pressione endo-addominale stante l'azione quivi preponderante della risultante del parallelogramma delle forze.

Egli è certo che individuali disposizioni, come più sopra accennavo, debbono in alcuni speciali soggetti influire, rendendo possibile la diastasi dei muscoli retti nel tratto ombellico-pubico a preferenza del tratto sopra-ombellicale. Ad ogni modo, dalle cose dette, si comprende facilmente che tutto il fondamento del patologico meccanismo sta riposto nelle stesse condizioni anatomiche che una razionale cura cruenta deve possibilmente modificare. Ora il concetto che mi formai fu appunto quello di mutare sostanzialmente le condizioni anatomiche delle espansioni tendineo-aponeurotiche addominali per ciò che riguarda i loro rapporti coi muscoli retti dell'addome imbrigliando questi in ispeciali anse aponeurotiche destinate a fissarli alle stesse aponeurosi addominali sulla linea mediana. Avuta l'idea la misi subito ad effetto, operando, nel Maggio decorso (1905), una robusta donna degente nella Clinica chirurgica da me allora diretta a Modena, che sembrava a tale prova espressamente preparata.

Anamnesi. — Era questa una certa E. B. d'anni 33 domiciliata a Modena, maritata, massaia. Aveva avuto essa il primo parto a 20 anni; e con esso la lesione delle parti addominali per la quale, dopo lunghe e reiterate prove fatte con diversi apparecchi di protesi e gravi sofferenze patite, a noi ricorreva nell'intento d'essere guarita in modo definitivo.

Esame obbiettivo. — Donna di statura vantaggiosa, di costituzione ottima, mostravasi per di più un po' grassoccia. Il suo ventre assai voluminoso si accresceva ancora nella posizione verticale stante la fuori uscita fra i muscoli retti allontanati, di una grande massa intestinale. La diastasi dei muscoli retti in questo caso, prevalente in basso, non si limitava all'ombellico, ma questo risaliva per raggiungere la regione epigastrica. L'inferma, in posizione verticale risentiva soverchia molestia all'addome, costituita dalla sensazione di peso e di stiramento che la massa intestinale erniata le arrecava.

Operazione. — L'operazione eseguita il 19 Maggio 1905 fu così condotta:

Circoscrissi anzi tutto, mediante una grande incisione elittica, avente maggior diametro in senso verticale, un largo tratto di pelle che asportai in unione all'abbondante tessuto adiposo sottocutaneo, del peso complessivo di grammi 350. La sottostante aponeurosi, soverchiamente distesa, si mostrò allora tanto sottile per lo stiramento subito, che, nell'azione successiva, mi fu necessario compiere la dissezione con molta cura, evitando d'intaccare la parte centrale di essa, sempre collo scopo di non ledere il peritoneo che tenacemente vi aderiva.

A metà dello spazio compreso fra l'ombellico ed il pube praticai quattro incisioni, due per parte, distanti 5 centimetri l'una dall'altra e parallele, che interessavano la sola aponeurosi anteriore ai muscoli retti.

La fig. 1ª potrà dare un' idea della cosa (*aa*, taglio della pelle - *bb*, aponeurosi anteriore ai retti - *cc*, lembi segnati). Le incisioni orizzontali unite con una verticale interna, circoscrissero due lembi; però l' indicata figura non dà una giusta dimostrazione dei fatti compiuti, perchè nel caso clinico accennato, dove esisteva fra i due retti una massa intestinale perennemente spostata sebbene riducibile, gli estremi liberi dei lembi aponeurotici, che si

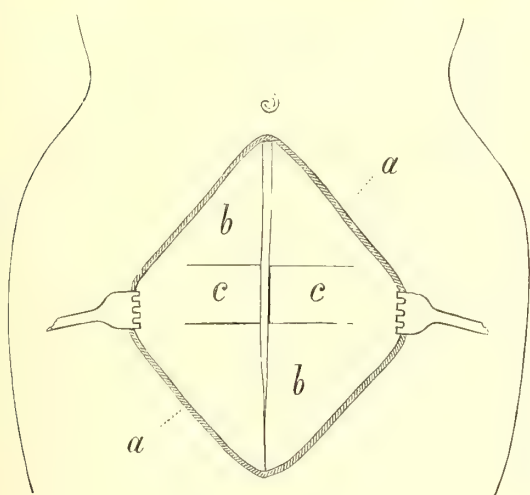
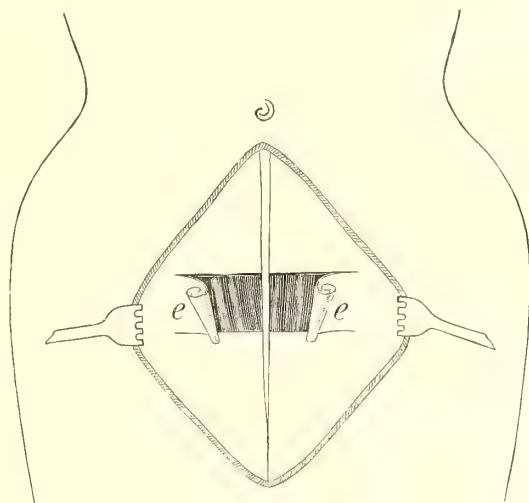



Fig. 1ª Fig. 2ª

vedono distaccate nella fig. 2ª (*ee*), non raggiunsero la linea mediana, ma anzi rimasero da questa discostati tanto quanto era presso a poco il tumore protendente. Ciò feci perchè vo-

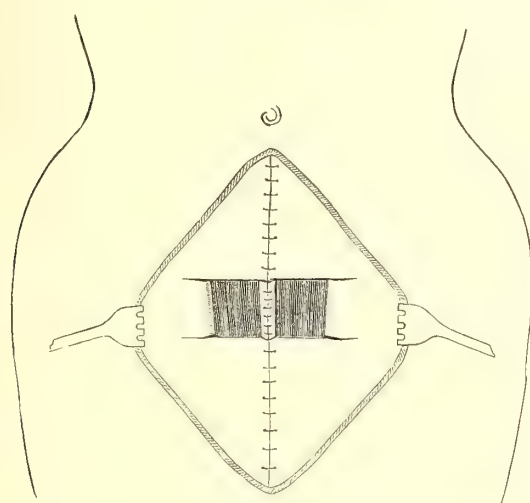
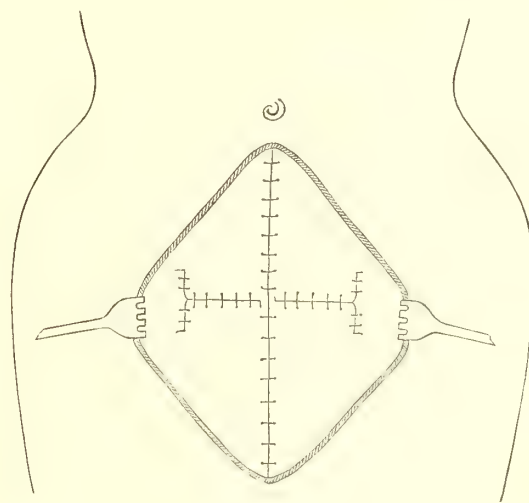



Fig. 3ª Fig. 4ª

levo: 1° Distaccare due lembi resistenti e perciò spessi; mentre che verso il centro del tumore i tessuti erano molto assotigliati; 2° perchè non volevo aprire il peritoneo, cosa che sarebbe stata certa, là dove questo formava colle aponeurosi distese una cosa sola; 3° infine perchè volevo formare (colle ripiegature naturali originatesi durante lo stiramento determinato dai lembi sulla aponeurosi cruentata) un forte riparo da aggiungersi agli altri, come dirò in appresso.

Debbo ricordare qui che, nel distaccare gli accennati lembi dalla superficie anteriore dei muscoli vidi questi nel loro bordo interno alquanto degenerati per infiltrazione grassosa, il che stava a significare che, la diuturna pressione determinata dalla massa intestinale spostata aveva notevolmente modificato il naturale processo metabolico di quelle parti.

Staccati i due lembi che risultavano ciascuno della lunghezza di circa 10 centim: e della larghezza di 5 centim: (fig. 2ª), staccai pure, per il tratto corrispondente ai due lembi sollevati, i muscoli retti dell' aponeurosi posteriore ad essi; e, fatto questo, passai al didietro dei ventri muscolari i più volte ricordati lembi che, avvicinati sulla linea mediana e fra di loro esattamente ricuciti (fig. 3ª), esercitarono trazione in massa su i due ventri muscolari mettendoli così a reciproco contatto coi loro bordi interni. È naturale che per mantenere bene applicati i due lembi in modo da costituire una superficie pianeggiante, fui costretto di porre su di essi diversi punti in alto ed in basso; fissandoli così alle superficie aponeurotiche poste al didietro dei muscoli retti. Servendomi poi delle aponeurosi anteriori sovrabbondanti colmai le soluzioni di continuo rimaste nelle località dei distaccati lembi: ciò che ottenni con punti di sutura posti in senso verticale. Eseguì quindi la sutura mediana fra le aponeurosi anteriori ai due retti. Tutte le accennate suture furono fatte con filo di catgut (fig. 4ª). Infine passai alla sutura delle cute e del cellulare, molto spesso, ad essa riunito, servendomi di fili di seta assai robusti.

La guarigione fu rapida, completa e completa si mantiene tuttora. Il tempo potrà dare un responso definitivo, tanto più se a questo caso ne saranno aggiunti, come ho digià cominciato a fare, vari altri, per lungo tempo osservati. Ad ogni modo, come studio sperimentale di cura condotta con un concetto eminentemente razionale, il fatto clinico ha perfettamente corrisposto.

Questo studio teorico-pratico mi mise però nella condizione di pensare alla soluzione pure razionale del quesito tante volte trattato, relativo al modo migliore da seguirsi per rendere meno frequenti le ernie e gli sventramenti post-laparotomici.

Così importante argomento più volte posto in discussione, non fu giammai convenientemente e in modo definitivo risolto. Vi sono convinti laparotomisti che praticano la sutura in massa delle pareti addominali mentre altri, che fra noi costituiscono la maggioranza, richiudono la ferita addominale a strati, praticando ora suture continue ed ora suture a punti staccati. Io sono nel novero di questi. Però debbo confessare che, come gli altri operatori tutti, sia della prima che della seconda categoria, non sono esente dall' avere riscontrati fra i miei operati, casi nei quali diastasi post-laparatomiche dei muscoli retti colle relative ernie più o meno manifeste si sono presentate. La qual cosa, a mio avviso, dipende dal fatto che, eseguita una laparotomia, è ben difficile seguire coll' incisione praticata la linea alba, dove le aponeurosi tutte si ricongiungono. Con essa si cade quasi sempre da un lato. Se l' ammalata, come avviene nella maggioranza dei casi, è tenuta nella posizione del Trendelenberg, l' incisione cadrà il più spesso a sinistra. Aperta quindi la guaina muscolare corrispondente sarà messo allo scoperto il muscolo retto il quale, avendo scarsi strati aponeurotici in addietro ed in basso, non potrà quivi essere fissato di bel nuovo nella normale sua positura. I sottili strati aponeurotici sfuggono

lacerandosi sotto le trazioni fatte dai fili di catgut. Ecco perchè le ricuciture in massa delle pareti in tal punto sarebbero da ritenersi più razionali, ma purtroppo la stessa pratica ci dimostra che non meno frequenti sono le possibilità degli sventramenti.

Sulla base dei concetti anatomici sopra esposti, volli tentare la cura preventiva di un possibile sventramento consecutivo a laparotomia in una donna affetta da voluminoso cisto-

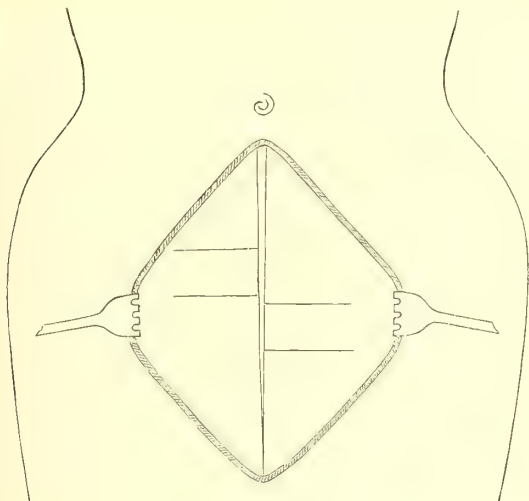
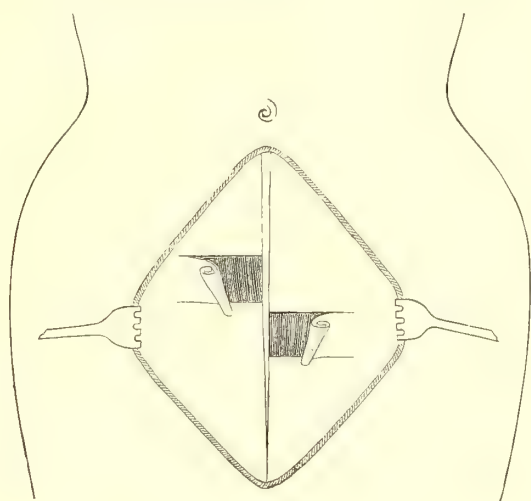



Fig. 5ª Fig. 6ª

sarco-adenoma ovarico. Ciò feci nella stessa Clinica di Modena, quattro giorni dopo la cura già descritta per la diastasi spontanea dei muscoli retti, cioè il 23 Maggio 1905.

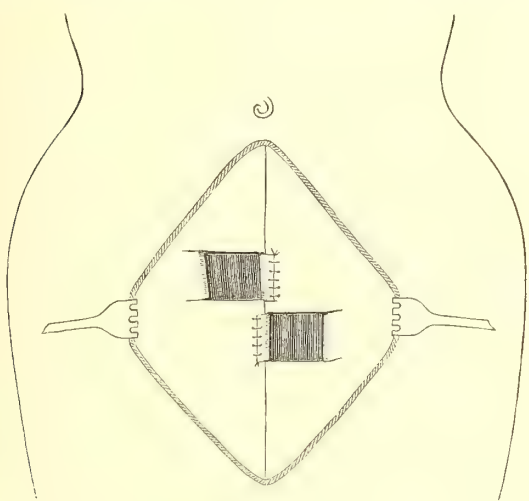
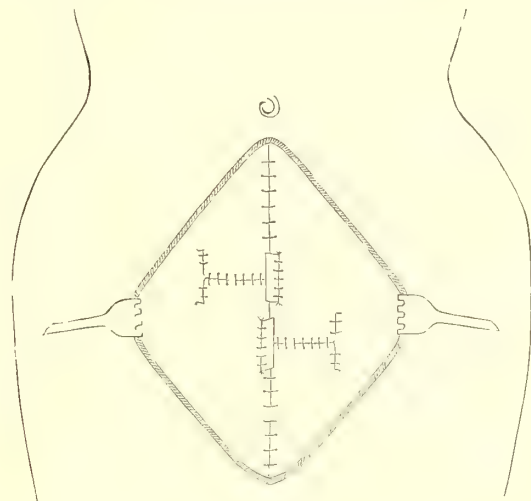



Fig. 7ª Fig. 8ª

In tal caso il processo seguito fu alquanto diverso dal primo, perchè i due lembi fatti sull' aponeurosi anteriore ai muscoli retti, uno per parte, furono scolpiti a livelli diversi. Il sinistro più basso ed il destro più alto, (fig. 5ª e 6ª). Distaccati questi furono passati all' esterno, poi al didietro dei muscoli retti per essere fissati alla faccia anteriore della aponeurotica parete anteriore propria al retto del lato opposto (fig. 7ª e 8ª).

Il risultato immediato anche in questo caso fu ottimo; però essendomi convinto che

nella laparotomia, come già dissi più sopra, è una sola loggia muscolare che viene aperta e di preferenza la sinistra, così, nella pratica presente, ho adottato la tecnica di un solo lembo aponeurotico destinato ad imbrigliare il retto di sinistra nel tratto sotto-ombellicale. La fig. 9ª dà un' idea del processo digià più volte messo in pratica. Egli è certo che io non uso tale manualità in tutti i casi, perchè vi sono parti addominali resistenti e ben confezionate nelle quali si può avere la quasi certezza di ottenere, dopo una sutura eseguita con molta cura su i singoli strati, specie su i posteriori ai muscoli retti, una salda e persistente cicatrizzazione delle parti che furono colla laparotomia disgiunte. La qual cosa si otterrà tanto più facilmente se si avrà cura di non modificare soverchio i rapporti del muscolo retto colle aponeurosi che lo avviluppano e di fare l' incisione del peritoneo al didietro del retto stesso.

Fig. 9ª

a-a Taglio della cute col relativo tessuto cellulare adiposo tenuto largamente aperto per mezzo di uncini.

b-b Aponeurosi delle pareti addominali anteriore ai due retti. In questa si vede a sinistra una sutura a punti staccati a foggia di T rovesciato. Essa indica la località dalla quale fu tolto il lembo aponeurotico che girato al di dietro del muscolo retto di sinistra, si vede unito con sutura all' aponeurosi anteriore al retto di destra (*c*).

L' imbrigliamento aponeurotico lo riserbo quindi ai casi dubbi di loro successo immediato e consecutivo; là dove cioè vi siano diastasi già iniziate dei muscoli retti per distensione esagerata delle pareti addominali; e dove la resistenza delle pareti stesse si mostri insufficiente nel tratto sotto-ombellicale.

Il concetto, che mi ha guidato e che cerco ora di estendere nella pratica è razionale; l' esperienza futura mi dirà se esso è in realtà conforme alle mie previsioni.

Intanto anche nei casi semplici dove, per la resistenza dei tessuti ed il facile raffrontamento delle parti, non vi sia a temere la diastasi consecutiva dei muscoli retti pongo per maggiore sicurezza, oltre alla sutura della ferita a strati, alcuni punti di sutura in massa delle pareti dati con robusto filo di seta. Questo nell' intento di mantenere il reciproco contatto sulla linea mediana dei due retti facili ad allontanarsi in ispecie durante i primi giorni di cura post-operatoria in forza anche dei vomiti, spesso apportati dall' azione del cloroformio. Tali fili di seta che dalla pelle, sorpassando tutti gli strati arrivano attraverso i muscoli retti al peritoneo, li faccio scorrere profondamente fra questo e la trasversalis, allo scopo di evitare che siano parzialmente cavitari, quindi capaci di apportare possibili infezioni; e, più che questo, allo scopo d' impedire che, nello stringimento dei fili che pratico quando tutte le suture a strati sono esattamente serrate, avvenga di pizzicare parti viscerali le quali si fossero per caso introdotte nell' ansa del filo posta nell' interno, restando così strette fra essa e la corrispondente parete addominale.

BIBLIOGRAFIA

(1) A. Vesalio — De corporis humani fabrica - Venetiis MDLXVIII.
(2) G. Falloppio — Institutiones anatomicae. De muscolis abdominis - Venetiis 1606.
(3) I. Casser — Tab. ap. Spigel Lib. IV fab. 9 HHH e tab. II BB.
(4) Spigelii — De humani corporis fabrica - Amsterdam 1645.
(5) B. S. Albini — Historia muscolorum hominis - Leidae Butavorum 1734.
(6) Jac. Douglas — Myographiae specimen - London 1707.
(7) Ugo Dall'Acqua — Morfologia delle aponeurosi addominali dell'uomo. Policlinico - Roma 1901.
(8) Testut — Traité d'anatomie humaine TI° - pag. 814, Paris 1899.

OSSERVAZIONI ANATOMICHE ED EMBRIOLOGICHE

SULLA

FORMA ESTERNA E SULLO SCHELETRO DELLE ESTREMITA

NELLA *Testudo graeca*

MEMORIA

DEL

Prof. ALESSANDRO GHIGI

letta nella Sessione del 25 Marzo 1906

(CON FIGURE NEL TESTO)

Numero delle unghie

Gli autori sono concordi nell' attribuire alla *Testudo graeca* cinque unghie per gli arti anteriori e quattro pei posteriori.

Il Boulenger si vale appunto del numero delle unghie della mano, per distinguere nella sinossi delle specie del genere *Testudo* il gruppo *marginata*, *leithii*, *ibera*, *graeca* con cinque unghie, dalla *horsfieldi* che ne ha solamente quattro. Esaminando una serie di piccole testuggini, nelle quali il numero delle unghie anteriori variava da quattro a cinque e dove in taluni esemplari con cinque unghie, quella del pollice ora si offriva com-

Fig. 1

Fig. 2

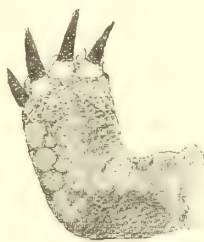



Fig. 3

Fig. 4

Zampe anteriori di quattro esemplari di *Testudo graeca* per mostrare il graduale passaggio dalla forma con 5 unghie a quella con 4 unghie.

pletamente sviluppata, ora alquanto ridotta, ora affatto rudimentale e manifesta soltanto per un piccolo tubercolo circondato da squame epidermiche, simili a quelle che attorniano le unghie delle altre dita, ebbi per un momento a pensare che l' unghia del primo dito si sviluppi lentamente dopo la nascita dell' animale. Dovetti però abbandonare ben presto tale opinione, perchè osservando un centinaio di esemplari viventi di grandezza diversa provenienti dalla Morea e diretti alla Ditta Esportazione pesci e rettili di Bologna, mi

accorsi che moltissimi esemplari, anche fra quelli pei quali si può presumere un' età di quattro a cinque anni, non avevano che quattro unghie, senza alcuna traccia esterna di pollice, neppur sotto forma di tubercolo.

Scartata l' ipotesi che l' unghia del pollice si sviluppi dopo la schiusa (più innanzi avrò occasione di esporre anche un fatto embriologico contro la medesima) non resta che scegliere fra le due ipotesi che ci restano:

o gli esemplari con quattro unghie e quelli con unghie del pollice ridotte, sono ibribi di *T. graeca* e di *T. horsfieldi*;

oppure il numero delle unghie nella mano di *T. graeca* è variabile da 4 a 5.

L' ipotesi d' ibridismo è pure, secondo il mio modo di vedere, da eliminare, prima di tutto perchè la *T. graeca* è specie delle coste del Mediterraneo orientale e di tutte le isole di questo mare, comprese le Baleari, mentre la *T. horsfieldi* è propria dell'Asia centrale e si estende dai distretti dell'Aral, del Caspio e dei Kirgisi fino all'Afganistan; in secondo luogo perchè è assurdo supporre che questa specie sia stata portata in Grecia per incrociarla colla *T. graeca*; in terzo luogo perchè gli esemplari tetraunguicolati di *T. graeca*, non differiscono affatto per gli altri caratteri, dai tipici esemplari con cinque unghie.

Si potrebbe pensare ad un' anomalia. Il Lataste descrisse nel 1881 sotto il nome di *T. graeca bettoi* un vecchio esemplare di origine sconosciuta, che sembrava un anomalo di *T. graeca*, avente molti punti di contatto con *T. ibera*. Questo esemplare oltre ad altre caratteristiche particolari, offriva anteriormente quattro unghie e posteriormente tre. Nel caso in questione però, gli esemplari anomali sono troppi in confronto al numero di quelli normali, e mentre la riduzione dell' unghia soltanto parziale in molti esclude che si possa in base a questo carattere istituire una varietà nuova a spese della *T. graeca*, consiglia a considerare tuttavia la riduzione dell' unghia e dell' intero pollice, come un caso di variabilità nella specie, fatto che non deve certamente sorprendere, se si pensa alla riduzione progressiva nel numero delle falangi ed anche del metacarpale, in alcune dita della mano e del piede di parecchie specie di Testuggini terrestri: riduzione che si verifica non solo nella serie filogenetica delle medesime, ma che si manifesta, come avremo occasione di vedere in seguito, anche nello sviluppo.

Per queste ragioni mi sembra opportuno modificare parzialmente la diagnosi che si suol dare della *Testudo graeca*, introducendo la frase: Mano con cinque unghie, quella del pollice più o meno ridotta, spesso mancante: piede con quattro unghie.

Scheletro della mano e del piede

Passando a trattare dello scheletro delle estremità, troviamo che le ossa della serie prossimale del carpo sono tre: l' ulnare ed intermedio allo stesso livello, il radiale più in alto, tanto che il centrale non molto grosso e trapezoidale, è contornato alla base ed ai lati contigui da queste ossa, mentre il vertice s' insinua nell' interstizio determinato dai carpali 3 e 4.

Pel loro numero e per la loro posizione reciproca, queste ossa richiamano la condizione che si riscontra nei generi *Chelone* e *Thalassochelys*, che è quanto dire nei Tecofori marini. Differiscono dalle *Athecae* per avere il centrale in più.

Secondo il Boulenger « the carpus, in the embryo, contains nine elements, viz. the « radiale, intermedium, ulnare, centrale, and five bones in the second row. All these per- « sist distinct in the *Chelydridae, Dermatemydidae, Platysternidae*, *Chelonidae* and a few « *Testudinidae (Damonia, Malacoclemmys)*; in most *Testudinidae* the radiale coalesces with « the centrale, and the carpals of the second row may be reduced to four by fusion of two « elements. A pair of additional bones, one on the inner and one on the outer side, are « present in *Emys*, *Cistudo*, *Goemyda*, and *Nicoria*. In *Chelone* the outer of these additional « bones is larger than, and on a line with, the other carpals of the second row. The number « of phalanges is 2. 3. 3. 3. 3 in the *Chelydridae*, *Dermatemydidae, Cinosternidae, Platy-* « *sternidae*, and some *Testudinidae (Batagur, Hardella, Morenia, Damonia, Bellia)*; 2. 3. 3. « 3. 2 in most *Testudinidae* and the *Chelonidae*; 2. 3. 3. 2. 2 in *Cistudo;* and 2. 2. 2. 2. 2 « or 2. 2. 2. 2. 1 in *Testudo* and allies ».

Dati simili vengono indicati anche dall' Hoffmann. « Bei den Schildkröten kommen « immer fünf Ossa metacarpi vor, welche bei den verschiedenen Gattungen grosse Diffe- « renzen zeigen.... Bei den Landschildkröten sind die Metacarpalknochen kurz und dick und « einander fast vollständing gleichförmig, dasselbe gilt auch von der Phalangen, von wel- « chen in jedem Finger zwei vorhanden sind ».

Nella *Testudo graeca* però lo scheletro della mano è sensibilmente diverso da quello delle altre Testuggini terrestri, compreso il genere *Testudo*.

Per studiare le ossa delle estremità in esemplari anche molto giovani, senza produrre spostamenti di posizione dei singoli pezzi minuti, ho fatto ripidamente bollire ciascuna zampa e dopo averne raschiato la pelle e i muscoli, la facevo disseccare per ottenere l' imbianchimento delle ossa. Quindi passavo i pezzi in acqua per ottenere il rammollimento dei legamenti e delle cartilagini e finalmente passavo in glicerina il preparato. Rischiarate in tal modo le parti molli, mi è stato possibile fotografare i pezzi sopra un fondo nero, ottenendo figure molto istruttive dalle quali si rilevano chiaramente i dati che ora espongo.

Negli individui normali provveduti di cinque unghie, come pure in quelli provvisti di sole quattro unghie, non vi sono differenze nè di forma nè di numero per le ossa della serie prossimale del carpo, pel centrale, pei metacarpali e falangi delle dita II, III, IV, V.

Il centrale piccolo e marcatamente pentagonale occupa col vertice l' interstizio fra i carpali 3 e 4, i quali si distendono rispettivamente sui due lati opposti alla base del centrale. Questa è appoggiata sull' intermedio, mentre i suoi due lati toccano da una parte il radiale e dall' altra l' ulnare. Ulnare e radiale sono i due pezzi più voluminosi: non sono però tanto estesi in lunghezza quanto le superfici articolari del radio e della tibia. cosicchè fra le estremità esterne di queste due ossa e la base dei raggi I e V, havvi un' area occupata soltanto da cartilagine.

Negli individui pentaungulati, la serie dei carpali si compone di cinque ossa ben di-

stinte, delle quali il secondo è il più notevole per grossezza. I metacarpali sono corti e grossi, simili alle prime falangi: quello del quinto dito è però più corto degli altri. Le falangi sono nel numero seguente: 1. 2. 2. 2. 1: quelle rivestite d' unghie sono lunghe più del doppio delle altre.

Negli esemplari tetraungulati il primo dito non è spesso completamente ridotto nello scheletro: mancano la falange ed il carpale corrispondente; il metacarpale invece, sebbene non abbia la medesima forma di quelli normali e ne sia più piccolo è qualche volta evidentissimo e bene ossificato: strana condizione questa della persistenza della parte centrale di un raggio, ridotto ai suoi estremi.

Fig. 5

Scheletro della mano di un adulto di *Testudo graeca* con cinque unghie.

Fig. 6

Scheletro della mano di un adulto di *Testudo graeca* con quattro unghie.

Confrontando queste condizioni con quelle delle altre testuggini, vediamo che i carpali sono in *T. graeca* tutti liberi come nei generi *Damonia* e *Malacoclemys* fra i *Testudinidae* ed in altre famiglie, non escluse le marine e che il numero delle falangi è minore di quello esistente in ogni altra specie di *Testudo*, per la mancanza di una falange al primo dito.

A questo proposito si può tuttavia concludere, tenendo conto dalla riduzione del primo dito, che in confronto alle altre specie di Testuggini terrestri, la *Testudo graeca* offre una riduzione più o meno accentuata e completa degli elementi scheletrici che costituiscono il pollice.

Il tarso contiene, secondo Boulenger, due ossa nella serie prossimale, cioè uno grande interno (tibiale + intermedio), a contatto colla tibia e colla fibula, ed un altro più pic-

colo (fibulare); il centrale è distinto unicamente nelle *Chelydridae*; la serie distale conta cinque ossa (se, seguendo Hoffmann, consideriamo fra questi un grande osso che da parecchi autori è considerato come il quinto metatarsale) eccettuate le *Chelonidae*, che ne hanno solamente quattro. Il numero delle falangi è 2. 3. 3. 3. 2 ovvero 1 in molti Cryptodira; 2. 3. 3. 3. 3. nei generi *Batagur, Kachuga* e *Hardella*; 2. 3. 3. 3. 0 nel genere *Cistudo;* e 2. 2. 2. 2. 0 nelle *Testudo, Homopus, Pyxis* e *Cinixys.*

In talune testuggini terrestri, in *T. tabulata* per esempio, le due ossa della serie prossimale sono congiunte in un unico grande pezzo: in *T. graeca* sono al contrario indipendenti ed il piccolo fibulare è più esteso dal lato plantare che dal lato dorsale.

Fig. 7

Scheletro del piede, visto dal lato dorsale.

Fig. 8

Scheletro del piede, visto dal lato plantare.

La serie distale del tarso corrisponde pel numero e la forma dei suoi elementi a quanto si riscontra negli altri cheloni. Il primo tarsale è corto e largo presso a poco quanto il secondo ed il terzo presi assieme: il quarto è il più grande di tutti ed è a contatto tanto col tibiale quanto col fibulare: il quinto è un discreto osso più esteso al lato plantare che non al lato dorsale: anzi nel piede flesso, come normalmente si trova prima di avere subìto manipolazioni, è appena appena visibile dal dorso. Quanto ai metatarsali, secondo Hoffmann « findet man bei der hinteren Extremität auch immer fünf Metatarsalkno- « chen, die auch hier bei den verschiedenen Gattungen grosse Differenzen zeigen ». In *T. graeca* il metatarsale del pollice è più largo che lungo, quelli delle dita secondo, terzo e quarto sono lunghi e stretti, il quinto manca affatto. Le falangi sono in numero di due per ognuna delle dita presenti.

Sviluppo

Il materiale che ho avuto a mia disposizione per lo studio dello sviluppo, non è stato troppo numeroso e ciò è particolarmente dovuto alla difficoltà di ottenere uova fecondate e di poterle rinvenire nel terreno.

Per riescire nell' intento occorre tenere presenti alcune abitudini delle testuggini.

Questi animali possono resistere lungamente al digiuno, ma sono voracissimi e per mantenerli in condizioni di salute perfetta, occorre fornir loro in abbondanza insalate che preferiscono col torso, foglie di cavolo, bucce di melone, cocomero, zucca, pere o fichi. Alimentate in questo modo non mancano di deporre uova.

Nello stesso giardino, a meno che non sia molto esteso, bisogna tenere un sol maschio con parecchie femmine (io ne tengo da 3 a 5), perchè i maschi innamorati si abbandonano continuamente a battaglie non meno rumorose che incruente, impedendo reciprocamente l'accoppiamento, operazione di per sè stessa abbastanza faticosa anche se indisturbata.

Per trovare le uova occorre sorvegliare le femmine durante le ore calde, quando si scavano le buche per deporvele, ma il mezzo più conveniente consiste nel preparare il terreno in modo che le femmine depongano in punti determinati e conosciuti. Si può, ad esempio, fare il vivaio in un prato naturale, cingendo un appezzamento di terreno con rete metallica a maglie larghe, dell'altezza di 40 a 50 centimetri, poi si scavano diverse buche della profondità di 20 a 30 centimetri in punti soleggiati e si riempiono di sabbia. Le testuggini finiscono col deporre le uova in queste buche, che possono essere rapidamente esaminate. Non occorre aggiungere che lo sviluppo delle uova deve avvenire nel punto dove la femmina ha deposto, o, se si teme che possano andare disperse, bisognerà collocarle in un vaso da fiori, pieno di sabbia leggermente inumidita, alla profondità di 5 a 10 centimetri, vaso che va poi lasciato al sole ed alla pioggia.

Con questo sistema ho potuto ottenere risultati soddisfacenti, ma, non avendo potuto continuare l' allevamento per circostanze estranee al medesimo, non ho potuto mettere assieme una serie completa di embrioni. Quelli che hanno servito per la presente nota, variano nella lunghezza dello scudo dagli 8 ai 15 millimetri.

Forma esterna

Allorchè dallo stadio indifferente per la mano ed il piede, si passa a quello stadio nel quale si manifestano alcune eminenze che costituiscono l' abbozzo delle dita, si osserva che la differenziazione è più precoce per la mano che non pel piede. Così nei miei più giovani stadi, mentre la mano presenta dita brevi ma nettamente distinte l' una dall' altra, nel piede si hanno solamente i primi abbozzi.

Gli embrioni di testuggine greca quando hanno raggiunto la lunghezza di 10 millimetri circa per lo scudo, presentano le loro dita completamente sviluppate e libere, confrontabili alle dita delle testuggini palustri ed anche dei sauri. Questa condizione costi-

tuisce una differenza sostanziale fra l'aspetto delle estremità embrionali e quella delle estremità adulte, nelle quali pel sorgere di una potente muscolatura, e di un complicato sistema di grosse squame terminali, le membra assumono l'aspetto di grossi monconi, dai quali saltan fuori unicamente le unghie. Come può rilevarsi dalla figura 9, anche il pollice è ben distinto ed allungato.

Notevole è il numero dei raggi nel piede: negli embrioni più giovani si osservano cinque bozze, delle quali però quella corrispondente al quinto dito, che manca nello scheletro dell' adulto, è la più piccola. Questa non si sviluppa, mentre le altre si allungano a costituire le dita, cosicchè in esemplari con scudo dorsale lungo 10 a 12 millimetri, si os-

Fig. 9

Mano di un embrione di 12 mm., lato dorsale.

Fig. 10

Piede di un embrione di 12 mm., lato dorsale.

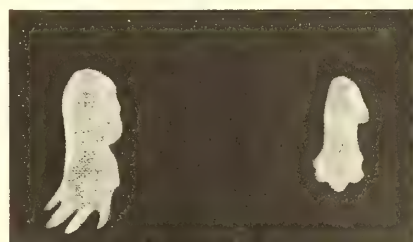



Fig. 11

Piedi di embrioni di 8 e 10 mm., visti dal lato plantare.

serva al lato interno e precisamente ove si dovrebbe trovare il quinto dito, un bitorzoletto corrispondente alla quinta bozza degli embrioni più giovani.

In embrioni di quindici millimetri il piede è più carnoso e curvato in alto nella sua articolazione intertarsale, cosicchè la bozza in discorso viene confusa colla piega della pianta del piede.

Carpo

Negli embrioni più giovani le sezioni dorsali ci presentano dal lato dell' ulna gli abbozzi di due grandi pezzi prossimali in parte condrificati e non si tarda a riconoscere in essi l' ulnare e l' intermedio. Egualmente ben distinti e costituiti di tessuto ormai cartilagineo sono i quattro carpali distali da II a V. Esternamente all'ulnare e precisamente nel vano che esiste fra l' estremo dell' ulna ed il quinto carpale, si osserva distintamente l' abbozzo di un altro elemento che per la sua posizione indicheremo per ulnare esterno o pisiforme: questo abbozzo è incuneato nel vano sopradetto; non ricopre minimamente l' estremo dell' ulna ed il suo margine esterno si trova al di fuori della tangente, che si può immaginare condotta sul fianco esterno dell' ulnare e del quinto carpale. Dall'altra parte vi è un radiale cartilagineo, al cui lato destro trovasi una grande massa di cellule mesodermiche addensate, le quali costituiscono un radiale esterno. L'elemento meno sviluppato è il cen-

trale, rappresentato da un gran cumulo di cellule, un poco meno dense nel mezzo: riesce anche dubbio stabilire esattamente in questo stadio, se vi sia l'abbozzo di un solo o di due centrali.

Le dita sono bene sviluppate salvo le falangi terminali, non ancora perfettamente differenziate dal mesoderma circostante: pel primo dito non è possibile distinguere altro che

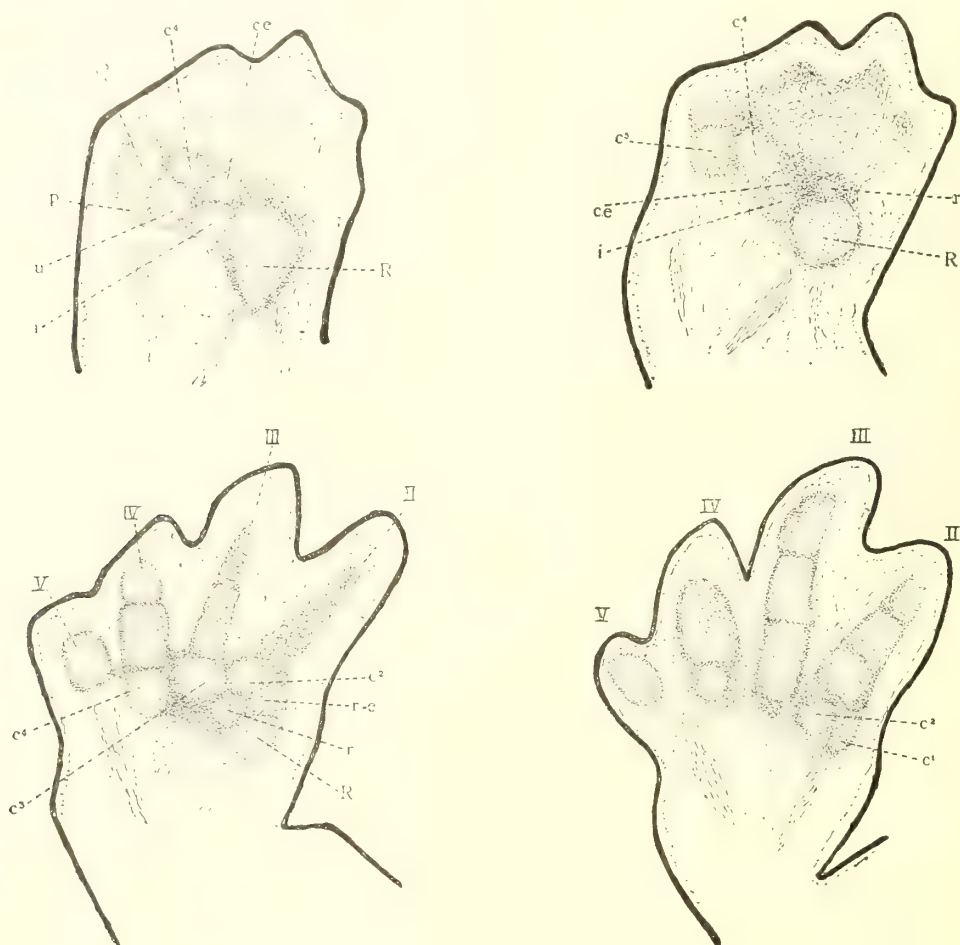



Fig. 12

Quattro sezioni attraverso il carpo di un embrione di Testuggine greca di 8 mm. *R*, radio; *p*, pisiforme; *u*, ulnare; *i*, intermedio; *ce*, centrale; *r*, radiale; *re*, radiale esterno; c^1-c^5, carpali; II, III, IV, V, metacarpali e falangi.

l'abbozzo di un carpale lungo e sottile che si estende alquanto sul lato esterno del secondo metacarpale.

Negli embrioni più adulti, i limiti dei singoli elementi sono nettamente delineati. Al lato dorsale della mano, il pisiforme è a contatto perfetto colla estremità dell'ulna, coll'ulnare e col quinto carpale; anche qui il suo margine libero è esterno ad una linea tangente all'ulna ed al quinto raggio. Man mano che si procede verso sezioni plantari il pisiforme si distacca dall'ulna, mantenendosi a contatto coll'ulnare e col quinto carpale: l'estremo plantare dell'elemento in discorso, apparisce in sezione come incuneato fra queste

due ossa. Dal lato radiale si notano un carpale ed un metacarpale appartenenti al primo dito: queste due ossa si trovano sulla medesima linea, la quale attraverso il radiale esterno giunge al radio. Quanto a grandezza, il metacarpale del primo dito, raggiunge le dimensioni di quello delle altre dita, mentre la sua forma terminale tondeggiante, lo rende somigliante alle falangi terminali degli altri raggi.

Confrontando queste condizioni collo scheletro dell'adulto possiamo dire che nel carpo di Testudo graeca appaiono un pisiforme ed un radiale esterno che non si trovano nell'adulto. Occorrerebbero embrioni più avanzati per stabilire in modo assoluto se queste ossa si fondano nel corso dello sviluppo rispettivamente coll'ulnare e col radiale, ma confrontando le fotografie dello scheletro adulto colla ricostruzione schematica di quello embrionale, è probabilmente assai più conforme al vero affermare che nelle testuggini adulte il pisiforme ed il radiale sono rappresentati dalle cartilagini che si trovano ai lati rispettivamente dell'ulnare e del radiale. Un altro fatto tenderebbe a confermare questa interpretazione.

In tutti gli embrioni, anche in quelli che per la mancanza di falange accennano alla riduzione esterna del pollice nell'adulto, è presente il primo carpale a fianco del secondo ed innanzi al radiale esterno. Abbiamo veduto negli adulti con pollice ridotto esistere soltanto il metacarpale corrispondente, separato dal radio da una massa cartilaginea. Qui è evidente che il primo carpale non si è fuso con altre ossa, ma è rimasto allo stato di cartilagine; questo fatto suffraga l'interpretazione data sull'omologia delle cartilagini esterne, rispetto agli elementi radiale ed ulnare nell'adulto.

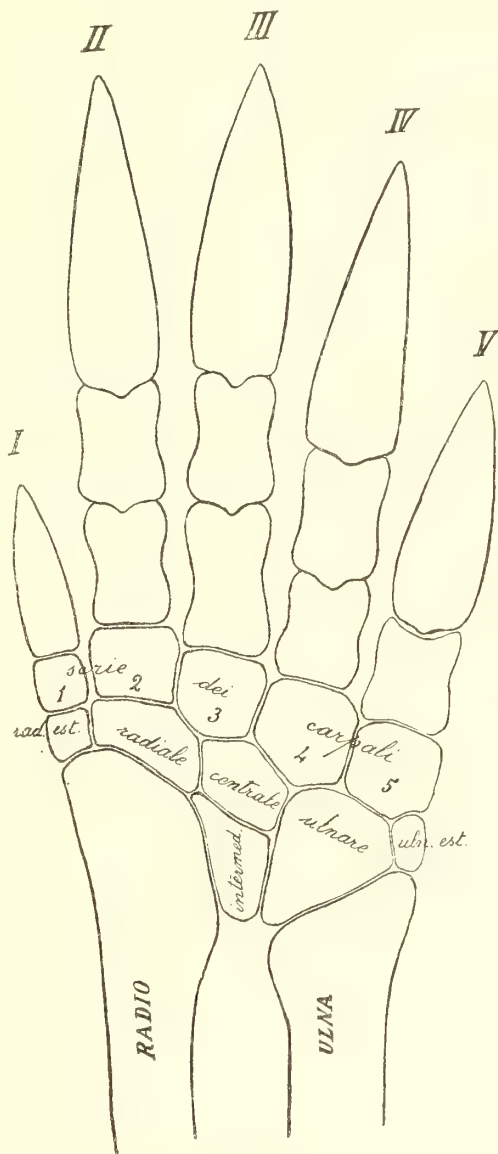



Fig. 13
Ricostruzione dello scheletro della mano negli embrioni di *T. graeca*.

Tarso

Le condizioni degli elementi tarsali differiscono sostanzialmente da quelle che si verificano nello scheletro adulto, in due punti. Negli stadi più giovani il grande pezzo tibiale

non si estende per tutta la superficie articolare della tibia: la zona che separa l' estremo esterno di quest' osso dal primo tarsale distale è riempito da nuclei tra loro addensati che

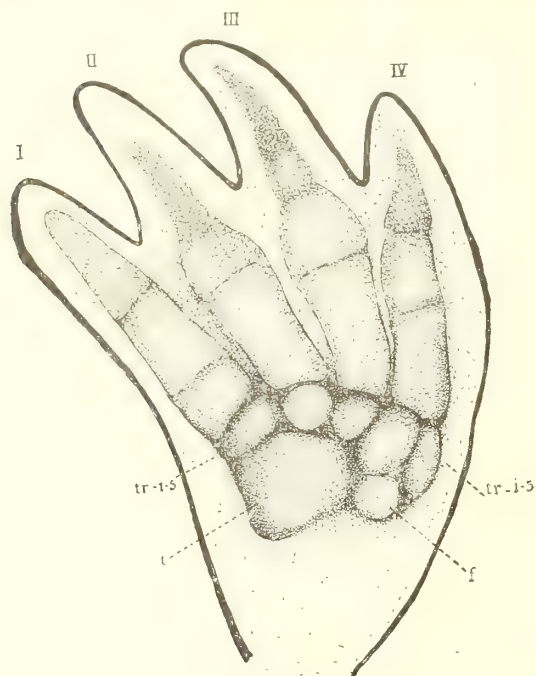
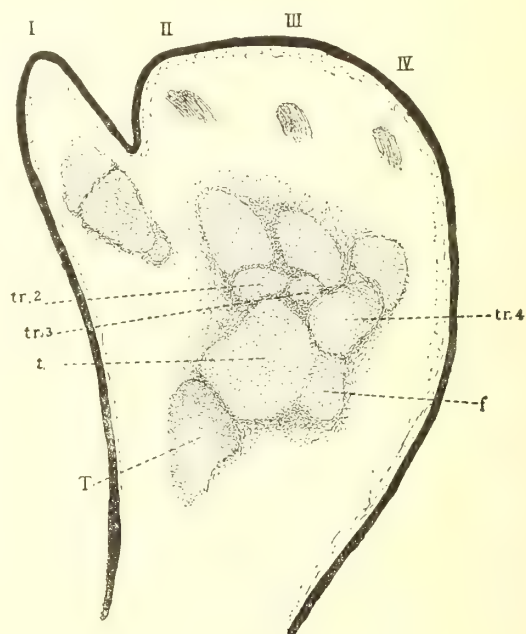
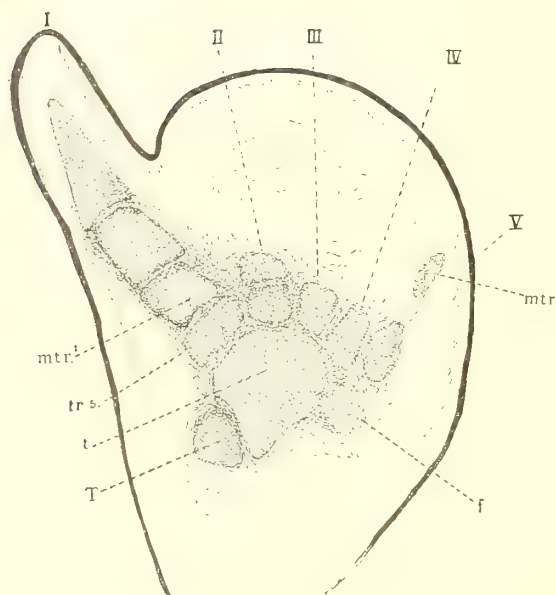
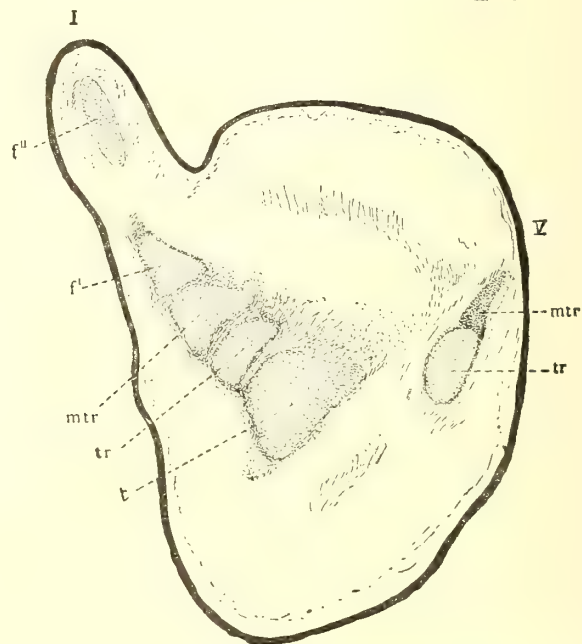



Fig. 14 - Sezione attraverso il tarso di un embrione di 8 mm.

Fig. 15, 16, 17 - Sezioni attraverso il tarso di un embrione di 12 mm. *T*, tibia; *t*, tibiale; *f*, fibulare; *tr*, tarsali; *mtr*, metatarsali; I, II, III, IV, V, dita; *f'*, *f''* falangi.

sembrerebbero indicare la presenza di un tibiale esterno. Di questo elemento negli stadii più adulti non vi è alcuna traccia ed il grosso tarsale prossimale interno occupa tutta l' area che intercede fra la tibia ed i pezzi distali del tarso. Codesto osso si articola dorsalmente anche colla fibula, mentre nelle sezioni medie e plantari la regione prossimale del tarso è occupata al lato fibulare da un piccolo elemento che si connette col quinto tarsale.

L' altra differenza notevole sta nel fatto

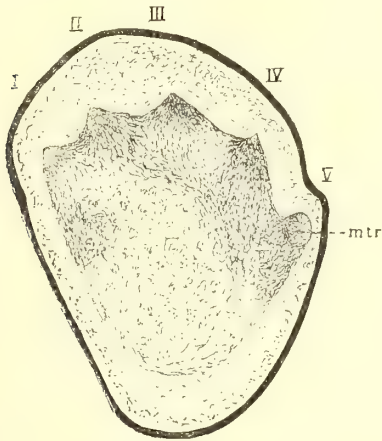



Fig. 18

Sezione attraverso la pianta del piede di un embrione di 15 mm. Spiegazione delle lettere come alla figura 15.

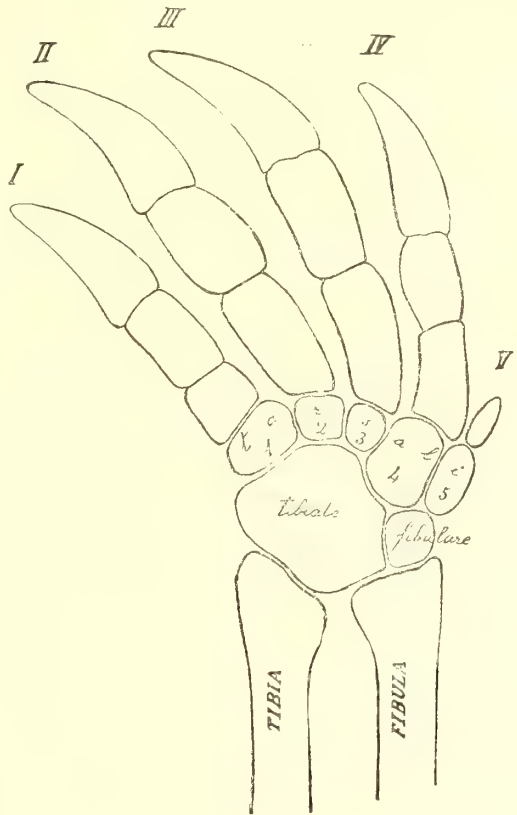



Fig. 19

Ricostruzione dello scheletro del piede negli embrioni di *Testudo graeca*.

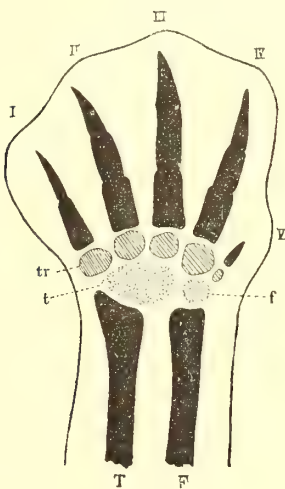



Fig. 20

Schema dello scheletro del piede nell'embrione di testuggine greca: *t*, tibiale; *f*, fibulare; *tr*, serie tarsale; *T*, tibia; *F*, fibula.

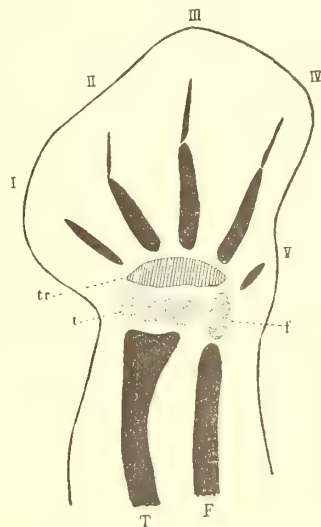



Fig. 21

Schema dello scheletro del piede in un embrione di Svasso. Spiegazione come alla figura 20.

che negli embrioni tanto giovani che adulti esiste un metatarsale del quinto dito, elemento che nel corso dello sviluppo si fonde poi col tarsale corrispondente, tanto che allo stato adulto non se ne ha alcuna traccia. La disposizione raggiata a cinque raggi è evidentissima nella muscolatura plantare come si rileva anche dalla figura 18, nella quale appare il quinto metatarsale.

CONCLUSIONE

La serie embriologica da me posseduta è, come ho già detto, troppo scarsa perchè io possa discutere le omologie dei singoli elementi scheletrici e trarre delle conclusioni generali.

Sono costantemente presenti nel carpo il pisiforme ed il radiale esterno: il centrale è unico e di condrificazione assai tardiva. Notevole l'intimità del radiale esterno col radio.

Nel tarso è presente il metatarsale del quinto dito. Non ho trovato alcun accenno dei centrali, rinvenuti dal Mehnert in embrioni di *Emys lutaria*. che avevano presso a poco la lunghezza di quelli da me studiati.

Le condizioni del tarso durante lo sviluppo dimostrano una ragguardevole somiglianza fra la *Testudo graeca* e gli uccelli. Come è noto in tutti questi animali il piede si muove mediante articolazione intertarsale che separa la serie prossimale da quella distale. Nelle testuggini le due serie persistono indipendenti allo stato adulto; mentre negli uccelli si fondono rispettivamente colle ossa della gamba e del metatarso.

La serie prossimale è in ambedue i gruppi costituita da un grande pezzo tibiale e da un piccolo pezzo fibulare e l'unica differenza sta nel fatto che i tarsali distali sono nelle testuggini tutti liberi, mentre negli uccelli sono fusi in unica lamina cartilaginea. A dimostrazione di questo parallelismo offro due figure schematiche: una di embrione di testuggine di 8 millimetri di lunghezza, l'altra di un embrione di Svasso (*Podiceps cristatus*) dell'età di circa dieci giorni.

LAVORI CONSULTATI

Boulenger G. A. — Catalogue of the Chelonians, Rhynchocephalians, and Crocodiles in the British Museum — London, 1889.

Hoffmann C. K. — Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier — Reichs VI Bd., III Abtheil., I. Schildkröten, Leipzig 1890.

Emery C. — Studi sulla morfologia dei membri degli Anfibi e sulla filogenia del Chiropterigio — in Ricerche Lab. Anat. Roma, Vol. IV, fasc. 1 e 2, Roma 1894.

Idem — Hand-und Fussskelet von Echidna hystrix — in Semon. Zool. Forschungsreis. in Australien und dem Malaysch. Archip., Jena 1901.

Baur G. — Der Carpus der Schildkröten. Anat. Anz. Bd. VII. Jena 1892.

Rosenberg E. — Ueber einige Entwickelungstadien des Handskelettes der Emys lutaria Marsilii. Morphol. Jahrb. Bd. XVIII, 1892.

Mehnert E. — Untersuchungen über die Entwickelung des Bekengürtels der Emys lutaria taurica. Morphol. Jahrb. Bd. XVI, 1890.

Idem — Kainogenesis als Ausdruck differente phylogenetischer Energieen. Morphol. Arbeiten. Bd. VII. Jena 1897.

Braus H. — Die Entwickelung der Form der Extremitäten und des Extremitätenskelettes — Handbuch d. vergl. u. experim. Entwickl. d. Wirbelt. herausg. von O. Hertwig, IX-XII Lief. 1904, 1905.

ESAME DI UNA LIVELLA DIFETTOSA
E METODO PER CORREGGERNE LE INDICAZIONI

NOTA

DEL

Prof. MICHELE RAJNA

(letta nell' adunanza del 29 aprile 1906).

Per le livelle annesse agli strumenti astronomici e geodetici il metodo ordinario con cui si determina il valor angolare di una parte consiste, come è ben noto, nel paragonare gli spostamenti del centro della bolla con le corrispondenti variazioni date all' inclinazione del sostegno, facendo ogni volta percorrere alla bolla un tratto considerevole della scala incisa sul tubo.

Un altro metodo, meno usato ma evidentemente migliore, consiste nell' esaminare la livella in diversi punti successivi della scala, facendo movere gradatamente la bolla a piccoli tratti dal principio alla fine della scala stessa. In tal caso, se la livella è buona, le osservazioni devono riuscire rappresentabili con una formula lineare.

Nella presente Nota comunico i risultati che ottenni esaminando con questo secondo metodo una livella destinata a un istrumento trasportabile dei passaggi. Tale applicazione del metodo può forse offrire qualche interesse in causa del fatto particolare che per rappresentare le osservazioni si dovette introdurre nella formula un termine quadratico.

La prova fu eseguita mediante un apparato esaminatore di livelle, del solito tipo. Le sue costanti sono queste :

lunghezza della sbarra = mm. 616 ;

passo della vite micrometrica = mm. 0,300.

Quindi una rivoluzione della vite vale, in secondi d' arco,

$$\frac{0,300}{616 \sin 1''} = 100'',45 .$$

Il tamburo della vite è diviso in 100 parti uguali, e così una parte del tamburo vale $1''.0045$.

La vite micrometrica dell' esaminatore era situata a destra, rispetto all' osservatore, e il senso della sua rotazione fu uno solo, cioè sempre quello che produceva un alzamento dalla parte della vite.

La scala della livella è divisa in 60 parti, con lo zero a un estremo. La livella fu collocata sull' esaminatore col suo zero a sinistra: in tal modo, girando la vite nel senso suddetto, si faceva movere la bolla da sinistra verso destra, secondo l' ordine crescente dei numeri incisi sulla scala.

La livella è munita di serbatoio e così si potè dare alla bolla una lunghezza uguale a circa 20 parti, o circa $^1/_3$ della scala.

Una serie d' osservazioni consisteva nel far percorrere alla bolla tutta la scala, per tratti successivi corrispondenti a successive rotazioni uguali della vite (4 centesimi di rivoluzione per volta). Così si fecero quattro serie d' osservazioni; due partendo dallo zero del tamburo graduato e altre due partendo dalla divisione 50 diametralmente opposta allo zero. Si prese poi la media delle 4 posizioni omologhe del centro della bolla (una posizione per ogni serie). Due di queste posizioni corrispondevano allo stesso punto della graduazione del tamburo e le altre due al punto diametralmente opposto: per conseguenza nella media rimaneva eliminata la parte principale degli eventuali errori periodici della vite.

Così si ottenne una serie di numeri che rappresentano le posizioni osservate del centro della bolla in corrispondenza alla serie 0, 4, 8..... di letture fatte sul tamburo della vite. Tali numeri si trovano scritti nel quadro a pagina seguente.

Ciò premesso, si ponga:

l = posizione osservata del centro della bolla;

x = posizione iniziale del centro della bolla, corrispondente allo zero della graduazione del tamburo;

b = spostamento angolare della sbarra, misurato in parti del tamburo e contato ogni volta a partire dalla posizione corrispondente allo zero del tamburo;

$$y = \frac{\text{valore angolare di una parte del tamburo}}{\text{valor angolare di una parte della livella}}.$$

Se la livella è ben costruita, cioè se il valor angolare di una parte è costante in tutta l' estensione della scala, le quantità osservate l dovranno potersi rappresentare con una espressione lineare della forma

$$l = x + by.$$

Applicando alle osservazioni fatte il metodo dei minimi quadrati ho determinato i seguenti valori delle costanti x, y e i loro rispettivi errori medii :

$$x = 11{,}36 \pm 0{,}60$$

$$y = 0{,}7729 \pm 0{,}0211 .$$

Ecco ora come risultano rappresentate le osservazioni :

N. prog.	b in parti del tamburo	Posizione del centro della bolla — l osservata (parti della livella)	Posizione del centro della bolla — l calcolata (parti della livella)	Osserv. - Calcolo $= v$ (parti della livella)
1	0	11, 74	11, 36	+ 0, 38
2	4	15, 56	14, 45	+ 1, 11
3	8	18, 26	17, 54	+ 0, 72
4	12	21, 05	20, 63	+ 0, 42
5	16	23, 66	23, 73	— 0, 07
6	20	25, 85	26, 82	— 0, 97
7	24	28, 50	29, 91	— 1, 41
8	28	31, 57	33, 00	— 1, 43
9	32	35, 03	36, 09	— 1, 06
10	36	38, 31	39, 18	— 0, 87
11	40	42, 24	42, 28	— 0, 04
12	44	47, 32	45, 37	+ 1, 95
13	48	49, 69	48, 46	+ 1, 23

Gli scostamenti residui v, considerati in grandezza e andamento, mostrano che la livella è difettosa, non essendo sodisfatta, nemmeno in via d' approssimazione, la condizione che il valore di una parte si mantenga costante lungo tutta la scala.

Tuttavia è facile riconoscere che usando la livella in un modo speciale, alquanto meno semplice dell' ordinario, essa può servire egualmente al suo scopo, purchè si escludano le parti estreme della scala, cioè il tratto compreso fra le divisioni 0 e 10 da una parte e quello compreso fra le divisioni 50 e 60 dall' altra. Infatti tra 20 e 40 parti della scala le posizioni osservate del centro della bolla risultano sodisfacentemente rappresentate, come si vedrà fra poco, da una espressione parabolica della forma

$$l = x + by + b^2 z .$$

Per le tre costanti x, y, z il metodo dei minimi quadrati fornisce i seguenti valori :

$$x = 21{,}169 \pm 0{,}156 \qquad \text{(error medio)}$$

$$y = 0{,}52773 \pm 0{,}03049 \qquad \text{»}$$

$$z = + 0{,}007844 \pm 0{,}001220 \qquad \text{»}$$

e la rappresentazione delle osservazioni risulta come segue :

N. prog.	b in parti del tamburo	Posizione del centro della bolla: l osservata (parti della livella)	Posizione del centro della bolla: l calcolata (parti della livella)	Osserv. - Calcolo $= v$ (parti della livella)
1	0	21, 05	21, 17	— 0, 12
2	4	23, 66	23, 41	+ 0, 25
3	8	25, 85	25, 89	— 0, 04
4	12	28, 50	28, 63	— 0, 13
5	16	31, 57	31, 62	— 0, 05
6	20	35, 03	34, 86	+ 0, 17
7	24	38, 31	38, 35	— 0, 04

Come si vede, gli scostamenti v sono abbastanza piccoli e hanno il carattere di errori accidentali.

Si ha dunque la formula

$$l = 21{,}169 + 0{,}52773\, b + 0{,}007844\, b^2 \tag{1}$$

la quale permetterebbe di calcolare la posizione del centro della bolla in corrispondenza a ogni dato valore della inclinazione b della sbarra, essendo b espressa in parti del tamburo (centesimi di rivoluzione della vite) e contata a partire dalla posizione corrispondente allo zero del tamburo.

Volendo ora introdurre l' inclinazione espressa in secondi d' arco, indicherò questa quantità con b''. Allora, come si è già visto, sta la relazione

$$b'' = 1{,}0045\, b$$

e quindi la formula (1) diventa

$$l = 21{,}169 + 0{,}52534\, b'' + 0{,}007773\, b''^2 . \tag{2}$$

Dato un valore qualunque di b'', questa formula servirebbe a calcolare il valore corrispondente di l, posizione del centro della bolla.

Ma noi dobbiamo risolvere il problema inverso: data cioè la posizione l del centro della bolla, si tratta di determinare la corrispondente inclinazione b'', contata come si è detto sopra ed espressa in secondi d'arco. Risolviamo dunque l'equazione rispetto a b'' e avremo:

$$b'' = \frac{-0{,}52534 \pm \sqrt{(0{,}52534)^2 - 4 \times 0{,}007773\,(21{,}169 - l)}}{2 \times 0{,}007773} \qquad (3)$$

Per $l = 21{,}169$ dev' essere $b = 0$; quindi delle due radici, che sono entrambe reali, bisogna prender quella in cui il radicale ha il segno $+$.

Mettendo nella formula (3) i successivi valori interi di l da 20 a 40, ho calcolato i corrispondenti valori di b'', che sono i seguenti (*):

l	b''	l	b''	l	b''
20ᵖ	— 2'', 31	27ᵖ	+ 9'', 70	34ᵖ	+ 19'', 05
	+ 198		+ 146		+ 121
21	— 0 , 33	28	+ 11 , 16	35	+ 20 , 26
	+ 188		+ 141		+ 118
22	+ 1 , 55	29	+ 12 , 57	36	+ 21 , 44
	+ 178		+ 137		+ 115
23	+ 3 , 33	30	+ 13 , 94	37	+ 22 , 59
	+ 169		+ 133		+ 113
24	+ 5 , 02	31	+ 15 , 27	38	+ 23 , 72
	+ 162		+ 129		+ 110
25	+ 6 , 64	32	+ 16 , 56	39	+ 24 , 82
	+ 156		+ 126		+ 109
26	+ 8 , 20	33	+ 17 , 82	40	+ 25 , 91
	+ 150		+ 123		
27	+ 9 , 70	34	+ 19 , 05		

Il rapporto fra l'incremento $\Delta b''$ dell'inclinazione e il corrispondente incremento Δl nella posizione del centro della bolla è espresso, al limite, dalla derivata $\frac{db''}{dl}$, cioè dall'espressione

$$\frac{db''}{dl} = \frac{1}{\sqrt{(0{,}52534)^2 - 4 \times 0{,}007773\,(21{,}169 - l)}}.$$

(*) Il calcolo è stato fatto coi logaritmi di addizione e sottrazione a 5 decimali.

Se quindi si assume per Δl la lunghezza di una parte della livella, cioè si fa $\Delta l = 1$, la formula

$$\Delta b'' = \frac{1}{\sqrt{(0{,}52534)^2 - 4 \times 0{,}007773\,(21{,}169 - l)}} \qquad (4)$$

rappresenta con molta approssimazione il valor angolare variabile di una parte della livella, nel tratto compreso tra le divisioni 20 e 40 della scala.

Calcolando la formula (4) per i successivi valori interi di l compresi fra 20 e 40, si ottengono i numeri seguenti:

l	$\Delta b''$		l	$\Delta b''$		l	$\Delta b''$	
20^p	2'', 044		27^p	1'', 479		34^p	1'', 217	
		— 122			— 48			— 27
21	1 , 922		28	1 , 431		35	1 , 190	
		— 103			— 44			— 25
22	1 , 819		29	1 , 387		36	1 , 165	
		— 87			— 40			— 24
23	1 , 732		30	1 , 347		37	1 , 141	
		— 75			— 36			— 23
24	1 , 657		31	1 , 311		38	1 , 118	
		— 66			— 34			— 21
25	1 , 591		32	1 , 277		39	1 , 097	
		— 59			— 31			— 20
26	1 , 532		33	1 , 246		40	1 , 077	
		— 53			— 29			
27	1 , 479		34	1 , 217				

Essendo ora determinato il valor angolare di una parte della livella in corrispondenza a ogni punto di divisione nel tratto utile della scala, il problema di determinare l' inclinazione si potrebbe considerare come risoluto.

Se, per esempio, nelle due posizioni (diretta e inversa) della livella appesa all' asse orizzontale si leggessero le seguenti posizioni del centro della bolla

$$l_1 = 23^p{,}0 \qquad\qquad l_2 = 31^p{,}0\,.$$

si avrebbe

$$b_1'' = 3'',33 \qquad\qquad b_2'' = 15'',27$$

e quindi l' inclinazione sarebbe

$$\frac{1}{2}\,(b_2'' - b_1'') = 5'',97\,.$$

Per inclinazioni molto piccole si potrebbe anche fare così : calcolare l' inclinazione al modo solito in parti della scala, cioè fare $\frac{1}{2}(l_2 - l_1)$, e poi convertire questa quantità in secondi d' arco mediante il valore di una parte della livella nel punto definito da $\frac{1}{2}(l_1 + l_2)$. Così, riprendendo l' esempio di poco fa, l' inclinazione sarebbe espressa dal prodotto di 4,0 per il valore di una parte nel punto 27,0 della scala, cioè sarebbe uguale a

$$4{,}0 \times 1'',479 = 5'',92 .$$

Ma il procedimento più comodo consiste nel calcolare una tavola la quale fornisca la correzione da applicarsi alla posizione osservata del centro della bolla, per ridursi al caso ordinario in cui si adopera un valore unico e costante del fattore che serve a tradurre le parti della livella in secondi d' arco.

Manifestamente questa correzione è espressa dal termine in b''^2 della formula (2), giacchè si ha

$$l - 0{,}007773\, b''^2 = 21{,}169 + 0{,}52534\, b'' .$$

Chiamando λ il valore di l così corretto, cioè ponendo

$$\lambda = l - 0{,}007773\, b''^2$$

si ha

$$b'' = \frac{\lambda - 21{,}169}{0{,}52534}$$

e quindi il limite del rapporto $\frac{\Delta b''}{\Delta \lambda}$ è

$$\frac{db''}{d\lambda} = \frac{1}{0{,}52534} = 1{,}9035 .$$

Di qui si vede, facendo $\Delta\lambda = 1$, che la costante $1'',9035$ esprime il valore di una parte della nuova scala fittizia (cioè corretta) della livella.

Il quadro seguente contiene le correzioni in discorso, cioè i valori della quantità

$$- 0{,}007773\, b''^2$$

calcolati in corrispondenza ai singoli punti di divisione della scala, nel solito tratto che va da 20 a 40 parti.

l	Correzione della scala	l	Correzione della scala	l	Correzione della scala
20^p	— 0^p, 04	27^p	— 0^p, 73	34^p	— 2^p, 82
	+ 4		— 24		— 37
21	± 0 , 00	28	— 0 , 97	35	— 3 , 19
	— 2		— 26		— 38
22	— 0 , 02	29	— 1 , 23	36	— 3 , 57
	— 7		28		— 39
23	— 0 , 09	30	— 1 , 51	37	— 3 , 96
	— 11		— 30		— 41
24	— 0 , 20	31	— 1 , 81	38	— 4 , 37
	— 14		— 32		— 42
25	— 0 , 34	32	— 2 , 13	39	— 4 , 79
	— 18		— 34		— 43
26	— 0 , 52	33	— 2 , 47	40	— 5 , 22
	— 21		— 35		
27	— 0 , 73	34	— 2 , 82		

*
* *

Le osservazioni qui discusse furono eseguite in una giornata d' inverno, alla temperatura di circa + 1°,3 *C*. Sarebbe stato interessante ripeterle durante l' estate successiva, ma la cosa non fu in mia facoltà. Circa le variazioni che la temperatura suole produrre sul valore di una parte delle livelle, sono interessanti le esperienze del prof. Reinhertz (*). Si sa che per lo più il valore di una parte diminuisce col crescere della temperatura.

Quanto alla lunghezza della bolla, essa fu, durante le esperienze, uguale a circa 20 parti, ossia a $\frac{1}{3}$ della scala, come già dissi in principio. Tale lunghezza era già abbastanza grande, e perciò si può presumere che se anche fosse cresciuta di alcune parti, i risultati non avrebbero mutato notevolmente. Si può vedere, in proposito, il citato articolo del prof. Reinhertz.

(*) Beobachtungen an Libellen (*Zeitschrift für Instrumentenkunde*, vol. X, 1890).

SULLA IMPORTANZA DI ALCUNE ALTERAZIONI

DELLE

GHIANDOLE SUDORIFERE NELLO STATO SENILE E PRESENILE

MEMORIA

DEL

Prof. DOMENICO MAJOCCHI

DIRETTORE DELLA CLINICA DERMO-SIFILOPATICA NELLA R. UNIVERSITÀ
DI BOLOGNA

(letta nella Sessione del 25 Marzo 1906)

(CON DUE TAVOLE)

Nell' investigare la pelle del vecchio, mi sono imbattuto in alcune alterazioni delle ghiandole sudorifere, derivanti dall' involuzione senile.

Mi affretto subito a dichiarare che siffatte lesioni ghiandolari non sono costanti nello stato senile; dappoichè si trovano bene spesso individui anche avanzati in età (dai 70 ai 75 e fino anche agli 80 anni), nei quali i detti organi non presentano alterazioni apparenti.

Non è dunque l' età la causa unica di queste alterazioni senili, sia generali, sia locali della cute, e in specie degli organi ghiandolari sudoriferi.

E qui è duopo premettere che da tempo si è cercato di determinare in che consista il *senilismo* della pelle, ossia, *quell' insieme di condizioni anatomo-fisiologiche, apportato dal processo involutivo ai tessuti, costituenti la pelle medesima.*

Siffatte condizioni, è pur vero, sono di frequente in correlazione coll' età, ma talora anche con precedenti stati morbosi debilitanti, colle soverchie fatiche, durate lungamente al sole e agli agenti esterni, tanto che si può trovare questo senilismo della pelle in individui dai 40 ai 45 anni (*stato presenile*).

Nè mi fermerò certamente ad esporre in modo particolareggiato le varie alterazioni senili della pelle, sulle quali sono stati fatti tanti studi, sì dagli antichi e sì dai moderni dermatologi. Un quadro sintetico di questo stato senile della pelle sarà sufficiente a fornirci in compendio quel tanto che riguarda l' argomento preso a trattare (1).

---

(1) È superfluo riferire qui la bibliografia rispetto al *Senilismo* della pelle, essendo troppo noti i molti lavori in proposito per coloro che si occupano della specialità. Basterà citare le ricerche del Neumann, l' opera di Unna *sull' Istopatologia delle malattie cutanee*, e la tesi di Patenostre: *Étude sur les altérations de la peau chez les vieillards* — Paris, 1877.

Innanzi tutto la consistenza notevole, la secchezza, la sottigliezza, la rugosità, la pigmentazione irregolare (e talora l'ipocromìa) l'inelasticità, sono le note anatomiche grossolane della senilità della pelle.

A queste rispondono modificazioni istologiche dei tessuti e degli organi, contenuti nella pelle. Infatti, come nell'epidermide l'ipercheratosi ed ipotrofia della rete di Malpighi, spesso con deposito maggiore di pigmento, talvolta con scarsezza di questo, così nel derma spiccano l'atrofia del corpo papillare, la sclerosi del connettivo, l'ipotrofia del pannicolo adiposo, l'assenza delle anse vasali, la diminuzione dei capillari, l'ispessimento delle piccole arterie, in specie dell'intima di esse. Inoltre la secchezza e l'aridità della pelle stanno in rispondenza colla diminuzione e l'atrofia delle ghiandole sebacee, e insieme colla scomparsa dei follicoli piliferi, specialmente in certe topografie. Anche i muscoli lisci sono in molte regioni ipotrofici, e con essi anche la trama elastica è alquanto ridotta, ed è presa da degenerazione colloide nella rete superficiale, laddove nella profonda conserverebbe i suoi caratteri normali, lesioni queste che grandemente influiscono sulla tonicità cutanea.

Ai cambiamenti istologici Unna avrebbe dimostrato corrispondere alterazioni chimiche, degli elementi elastici e connettivali, nei quali tanto l'*elastina* quanto il *collageno* hanno sofferto speciali trasformazioni e si rivelano con reagenti *basofili*, mettendo in evidenza alcune sostanze, quali la *elacina*, la *collastina*, la *collacina*, e il *collageno basofilo*.

Da queste alterazioni involutive sono colpiti, come ho detto più sopra, anche gli organi ghiandolari sudoriferi sotto l'influenza del senilismo. Ma su di questi poche sono le ricerche istologiche nell'età senile. Fra coloro, che si occuparono del senilismo cutaneo, merita d'essere ricordato l'Orhband (1) il quale trovò nelle ghiandole sudorifere lieve dilatazione dei condotti escretori ed un ispessimento della membrana propria, fatti che vengono confermati e ampiamente dimostrati dalle risultanze delle ricerche istologiche, che qui appresso esporrò. V'erano anche alterazioni epiteliali, ma queste potevano riconoscere ben altre cagioni. Del resto la maggior parte degli Autori, che si fece a studiare l'argomento, trovò d'ordinario nella pelle senile atrofia di questi organi ghiandolari per la sclerosi del connettivo dermico. Ma lesioni ghiandolari della stessa natura non mancano in certi stati patologici, dovuti sia all'atrofia *primaria*, sia a fatti distrofici, *secondari* ad altri processi morbosi.

Tuttavolta sarebbe andare oltre i limiti, impostimi nella trattazione di queste lesioni involutive delle ghiandole sudorifere, se volessi entrare a discorrere anche di quelle d'origine patologica: di guisa che mi restringerò alle prime dovute specialmente al *senilismo*, perchè ad esse venga dato il giusto valore, e non siano confuse con fatti patologici. Delle seconde toccherò quel tanto che basti per via di raffronti: ma anche qui è d'uopo distinguere sotto certi rispetti le alterazioni di questi organi nei processi patologici cutanei. Infatti, vi hanno talora dermatosi croniche nel vecchio, nelle quali, oltre le lesioni proprie

(1) Orhband. Zur Frage über die Altersveränderungen der Haut - *Inaug. Dissert. St. Petersbourg. 1897.* - Riferito in « Ergebuisse für Allgem. Pathol., und Pathol. Anatomie » V. Iahrg. 1898 p. 783-784.

a ciascuna di esse, si notano anche quelle speciali da involuzione senile delle ghiandole sudorifere. Orbene, queste possano far credere ad un intervento per parte di detti organi ghiandolari nella patogenesi delle dermatosi suddette. Occorre pertanto non confondere le lesioni da stato senile del paziente con quelle che avvengono accidentalmente, o che sono costanti in una dermatosi, facile ad incontrarsi nell' età della vecchiezza.

Prima di passare alla descrizione delle lesioni ghiandolari premetto che le ricerche istologiche furono fatte sopra lembetti di cute tolti dalle regioni, *parietale e frontale*, dalle pinne nasali, dallo scroto, dalle sedi estensorie degli arti, e qualche volta dalla mammella della donna.

Rispetto alla tecnica dirò che vari furono i metodi di colorazione, dei quali alcuni saranno ricordati brevemente in più punti di questo lavoro.

Le alterazioni senili più comuni delle ghiandole sudorifere sono d' ordinario caratterizzate dalla diminuzione di volume, o da cambiamenti di forma e anche di postura delle medesime, tanto per riguardo al glomerulo, quanto per rispetto al loro condotto escretore: il che si è ritenuto in generale fosse dovuto, sia alla sclerosi del connettivo dermico, sia alla riduzione, o alla scomparsa del pannicolo adiposo per le ghiandole profonde, sia in genere ai diminuiti poteri trofici dei tessuti nell' età avanzata. Ma se è vero in generale che le ghiandole sudorifere diminuiscono di volume, tale riduzione atrofica non è uniforme in tutto il glomerulo dell' organo ghiandolare stesso. Infatti, bene spesso nei tagli verticali della pelle senile si incontrano sezioni di tubuli con notevole dilatazione, e con formazione di piccole cavità cistiche (*ettasia tubulare*, e *degenerazione cistica*). (fig. 1ª, e 3ª, Tav. II.). In tale evenienza si trova di solito un numero limitato di sezioni dei tubuli normali accanto ad uno, o a due già dilatati, per modo che tutto il glomerulo ghiandolare vedesi assai ridotto di volume, astrazion fatta dai tubuli ettasici. In questi l' epitelio ghiandolare d' ordinario risulta di uno strato unicellulare, e le cellule epiteliali sono piccole e quasi appiattite (fig. 3ª id.); nullameno si colorano abbastanza bene coll' ematossilina e col picrocarminio. Entro il vano del canale ettasico trovasi di sovente una sostanza finamente granulosa, biancastra, o leggermente giallognola, che non si colora affatto coll' acido osmico, ma debolmente colla ematossilina e bleu di metilene, e alquanto più intensamente colla eosina.

In siffatte alterazioni *ettasiche* delle ghiandole sudorifere ho tentato d' investigare, se l' *orlo a spazzola nell' epitelio* dei tubuli del glomerulo era tuttora visibile. Servendomi del metodo del Sauer (1) (dopo aver fissato i pezzi nel liquido del Perenyi e in quello di V. Gehuchten) non mi fu possibile mettere in evidenza questa particolarità istologica degli epiteli, soprattutto nelle forme ettasiche assai avanzate; soltanto in un preparato d' ettasia ghiandolare sudorifera, ottenuto dalla pelle d' un psoriasico in grave età, e colpito da *dermatite esfogliativa acuta*, potei vedere entro un tubulo ghiandolare il margine libero di qualche epitelio, fornito ancora di un rudimento di *spazzola*. Da queste poche

(1) Arch. für Mikr. Anatomie, Bd. 406. S. 109. 1895.

ricerche istologiche, sebbene non ci sia dato di concludere in maniera recisa sulla mancanza della spazzola nell' epitelio delle ghiandole sudorifere, poste in tali contingenze patologiche, nullameno è molto verosimile che le cellule epiteliali delle medesime, notevolmente assottigliate per l' ettasia dei tubuli, abbiano perduto queste speciali appendici.

Il connettivo circostante ai tubuli ghiandolari ettasici è fatto da sottili fasci collageni, strettamente serrati fra di loro, ma che tendono a distaccarsi dal contorno dei tubuli stessi: la membrana *basale*, o *vitrea* non è più dimostrabile. Bene spesso però, attorno a tutto il glomerulo, non sono più riconoscibili i fasci collageni nelle loro sottili fibrille, avendo assunto un aspetto omogeneo, e colorandosi in maniera diffusa, sia col bleu di metilene, sia coll' ematossilina (fig. 1ª, 2ª, 3ª, Tav. IIª). Il che spicca assai bene per essere queste zone indistinte di tessuto collageno circondate da fasci connettivali assai distinti (*degenerazione colloide*). Il tessuto *elastico* è diminuito notevolmente, mancando affatto in alcuni punti, e talvolta vedesi come raccolto in gruppi di fibrille attorno al connettivo peritubulare, quando questo è conservato.

Siffatta alterazione ho incontrato più volte nella pelle del vecchio dai 65 ai 70 ai 75, e fino agli 80 anni, specie negli individui poveri, denutriti, sottoposti a gravi fatiche, o lungamente esposti alle intemperie e al sole, nei quali erano evidenti i caratteri dell' involuzione senile: mentre negli individui anche della stessa età, ma forniti ancora di florida nutrizione, o mancava l' alterazione sopra descritta, o appariva appena iniziale in qualche topografia (regione frontale).

Le medesime alterazioni poi ho potuto riscontrare in alcuni stati *presenili* della cute di individui giovani, come in un caso di *rupia sifilitica foliacea*, in un altro di *purpura annularis teleangiectodes*, e finalmente in un terzo di *dermatite esfogliativa*, secondaria a psoriasi, nei quali eransi stabilite quelle condizioni *ipotrofiche* dei tessuti, che sogliono verificarsi nei vecchi.

Ma oltre le suddescritte più comuni alterazioni di questi organi ghiandolari, possono talora ritrovarsi altre più singolari, nelle quali, accanto allo stato loro ipotrofico, spiccano fatti d' iperplasia dell' epitelio tubulare. A mio avviso, questo è il reperto più importante, perchè può simulare in talune contingenze una vera neoplasia, quando invece non si tratta altro che di una iperplasia semplice dell' epitelio ghiandolare, iperplasia che si accompagna sempre colla involuzione di alcuni tubuli della ghiandola sudorifera.

Studiando in due individui di età avanzata la pelle, colpita da *cheratosi follicolare* in uno, e nell' altro da *verruche della faccia*, mi sono imbattuto, oltre che nelle stesse lesioni ghiandolari suddescritte, anche in altre, e ben diverse; e posso anche aggiungere che queste alterazioni si presentano presso a poco nello stesso grado in ambedue i casi sopraccennati.

Rispetto ai tagli di cute, colpita da cheratosi follicolare, rinviensi sempre un grande zaffo di sostanza cornea nello sbocco delle ghiandole sebacee (fig. 3ª Tav. Iª), che non solo sporge sul livello della cute, ma si approfonda entro il condotto stesso, dilatandolo notevolmente: che se questo zaffo corneo si distacca, nel condizionare il preparato microscopico,

rimane nella sezione di cute una grande apertura cilindrica, o crateriforme, e al disotto di questa si vedono gli acini ghiandolari assai ridotti di volume.

Ora, le ghiandole sudorifere, principalmente quelle vicine ai follicoli cheratosici, si mostrano maggiormente alterate nel loro volume e nella spessezza delle pareti dei loro tubuli: inoltre, il condotto escretore di esse anzichè sboccare nello strato corneo dell' epidermide libera, si apre bene spesso entro il condotto della ghiandola sebacea, enormemente dilatato da un grosso zaffo cheratosico. La causa di siffatta maniera di sboccare del dotto ghiandolare sudorifero pare che sia il risultato della dilatazione continua e progressiva del condotto escretore della ghiandola sebacea vicina in conseguenza della formazione del grosso zaffo cheratosico.

Ma, venendo al glomerulo ghiandolare, è d' uopo innanzi tutto rilevare anche qui la presenza di alcuni tubuli notevolmente ettasici, nei quali è evidente l' atrofia dell' epitelio, come si rinvenne negli stati involutivi sopradescritti; infatti si vede un sottile strato di cellule epiteliali appiattite, fornite di un piccolo nucleo, però ancora ben tingibile colle soluzioni nucleari. Queste ettasie dei tubuli ghiandolari possono arrivare, in qualche taglio microscopico, a formare piccole cisti, come si è descritto più sopra, le quali, talvolta anche a occhio nudo, sporgono leggermente sul livello della pelle come prominenze papuloidi. Le altre sezioni trasverse dei tubuli del glomerulo si trovano normali per volume, ma bene spesso ridotte di numero, talora strettamente riunite, e talora dissociate.

Il condotto escretore nel suo tratto dermico è sempre alquanto tortuoso e ridotto di calibro: nella porzione epidermica è assai più corto del normale, stante la riduzione dello strato malpighiano e corneo.

Ma, come ho detto più sopra, in tali contingenze il reperto istologico più importante è dovuto ad un' iperplasia dell' epitelio di alcuni tubuli del glomerulo ghiandolare: infatti nel maggior numero dei tagli microscopici, si trovano sezioni trasverse e oblique di detti tubuli, rivestite da due o tre strati di cellule epiteliali di forma cubica, o cilindrico-cubica (fig. 9, Tav. II.). Il lume tubulare è di molto ingrandito e ripieno di una sostanza ora finamente granulosa bianca e bianco-gialliccia, ora raccolta in blocchi di vario volume, e più raramente omogenea e di aspetto jalino. Talora invece il lume del tubulo ghiandolare, o si restringe per la ricca proliferazione dell' epitelio di rivestimento del medesimo, ovvero si ostruisce, formando del tubulo un cordone solido.

In altri preparati microscopici si notano sezioni di tubuli ghiandolari forniti, non solo di un ricco rivestimento epiteliale, ma questo presenta un contorno libero, policiclico, fatto da uniformi sporgenze mammillari, immerse nella sostanza finamente granulosa suddescritta, contenuta nel vano del tubulo stesso (fig. 5ª, 6ª, 7ª Tav. II.).

V' hanno altri preparati microscopici in cui la membrana epiteliale dei tubuli mostra piccoli zaffi, ora disposti a raggiera entro il lume dei medesimi, ora aventi una direzione varia, come pure varia lunghezza e forma. Tali zaffi sono appuntati all' estremità, costituiti da due o tre fila di epiteli assai più piccoli di quelli posti nel contorno tubulare, i quali si colorano molto intensamente (fig. 8ª, 10ª Tav. II.).

In qualche sezione trasversa, notevolmente ettasica, di un tubulo scorgesi talvolta che

da un punto del contorno tubulare spicca una lunga gemmazione epiteliale in forma di zaffo cilindrico, rotondata all'estremità, la quale d'ordinario è costituita da due soli ordini di epiteli. Sembra a tutta prima che la membrana epiteliale del tubulo stesso sviluppatasi maggiormente da un punto del contorno del tubulo, vada ripiegandosi e allungandosi nel vano tubulare, ove non incontra alcun ostacolo al suo progressivo aumento. In siffatta produzione tubuliforme le cellule epiteliali sono più piccole, fornite di un protoplasma finamente granuloso, e non così chiaro come quello degli epiteli che formano il lume del tubulo.

Non mancano tagli microscopici nei quali, entro un tubulo ettasico, si notano due o tre di dette produzioni epiteliali tubuliformi, di lunghezza differente, e anche di varia direzione per adattarsi entro la cavità del tubulo: nè è raro il caso che simili produzioni si mostrino fornite di ramificazioni entro la detta cavità.

M'è d'uopo però rilevare che in tutti questi diversi stati d'iperplasia dei tubuli ghiandolari non mi venne mai fatto di sorprendere le cellule epiteliali in *cariocinesi*. Il che può dipendere dalla lentezza, colla quale si ordisce il processo di proliferazione degli elementi epiteliali nell'età della vecchiezza, per modo che riesce difficile d'incontrarsi nel momento della moltiplicazione cellulare. Rinvenni bensì qualche nucleo in *cariolisi* con alterazioni del protoplasma cellulare, specie nelle cellule rivestenti il contorno del lume tubulare.

Devo aggiungere che non si mancò di fare ricerche in queste alterazioni iperplastiche per vedere, se il margine libero *a spazzola* dell'epitelio tubulare del glomerulo fosse conservato: e sotto tale rispetto, sebbene abbia ottenuto pochi esemplari dai molti tagli microscopici trattati col solito metodo del Sauer (1), nullameno posso affermare che l'*epitelio a spazzola* era tuttora in qualche punto discretamente visibile.

Come si è accennato più sopra, le stesse alterazioni istologiche furono riscontrate nella spessezza del derma di alcune *verruche piane cornee* di un vecchio, aventi sede sulla cute del naso e sulle gote. Il medesimo reperto si ebbe pure in un *nevo pigmentario*, osservato in individuo avanzato in età. I glomeruli ghiandolari, situati nella spessezza del derma, mentre non apparivano ridotti di volume, mostravano però, ove tubuli tagliati di traverso assai ingranditi, e rivestiti di una ricca membrana epiteliale, e questa fornita di produzioni in forma di zaffi, o di gemmazioni tubuliformi, ove per la rigogliosa proliferazione epiteliale spiccavano come cordoni solidi, o aventi appena un piccolissimo vano centrale. E siccome nelle sezioni microscopiche si vedevano parecchi glomeruli ravvicinati, così le suddescritte alterazioni dei tubuli simulavano a tutta prima una neoformazione da parte delle ghiandole sudorifere in rapporto patogenico col nevo. E rispetto alla struttura di questo non havvi molto a ridire; trattasi di *nevo pigmentario dermoidale*, in cui il deposito del pigmento trovasi non solo entro piccoli e irregolari zaffi malpighiani del-

---

(1) I pezzi furono fissati nel liquido del Perenyi e in quello di V. Gehuchten, ottenendo un risultato ottimo: mentre col metodo di Heidenheim, fissando i pezzi in alcool, si ebbe un risultato poco soddisfacente.

l' epidermide, ma ancora raccolto in zolle tra i fasci collageni, o dentro cellule piuttosto grandi a tipo endoteliale in corrispondenza dello strato subpapillare. Nel rimanente la struttura del nevo è fatta da nidiate e da cordoni di cellule piccole, rotondeggianti, d' aspetto linfocitico: fra questi focolai cellulari, o a contatto coi medesimi, trovansi i tubuli ghiandolari sudoriferi ettasici.

Di siffatte alterazioni ghiandolari nelle verruche il reperto non è nuovo, se dobbiamo prestare fede alle ricerche di antichi dermatologi: infatti il Bärensprung trovò, sia nella spessezza, sia al disotto di quelle forme verrucose, dette da Celso *Acrothymion*, veri mucchi, o conglomerati di ghiandole sudorifere, aventi alcune il diametro di 1^{mm} circa. In queste ghiandole ipertrofiche, sebbene non sia dichiarata l' età del paziente, pare che fossero rappresentate tutte le varie produzioni dell' epitelio tubulare, tanto da dare la parvenza di neoplasie *idro-cisto-adenomatose*. Non sono dunque infrequenti queste lesioni ghiandolari sudorifere nelle verruche, e credo che nemmeno sieno eccezionali in altre forme affini, come appunto nei nevi pigmentari.

E a tal proposito devo ricordare le ricerche fatte dal Dott. Fiocco in *un caso di nevo sudorale* d' un vecchio, nel quale egli avrebbe dimostrato una produzione notevole di tubuli ghiandolari sudoriferi, da salire al grado di vera neoplasia, o, in altri termini, da dar luogo ad un *Siringoma*. Il reperto certamente importante, deve essere, a mio avviso, riguardato nei limiti d' una forma iperplastica semplice delle ghiandole sudorifere concomitante una neoformazione neviforme, e non come un tumore sudorifero *(nevo sudorale)* col carattere di *Siringoma*. A siffatta interpretazione sono condotto dalle seguenti ragioni: 1° dall' età del paziente (un vecchio) sul quale fu trovata la lesione, frequente nei vecchi, anche su regioni di pelle sana; 2° dalla natura della lesione, essendo stata fatta la ricerca in un nevo, in cui anch' io rinvenni la medesima neoformazione tubulare da mentire un adenoma sudorifero *(idro-cisto-adenoma)*; 3° da ultimo, sia dalla descrizione della lesione che ne dà l'Autore, sia dai disegni microscopici che accompagnano il lavoro (1).

Ma singolarissimo è il reperto istologico del Friedländer nella *lepra*, come ci viene descritto e figurato dall'Autore in un suo lavoro, pubblicato fin dal 1877 (2). Vero è che qui non si tratta di alterazione da *senilismo* cutaneo: poichè le produzioni ghiandolari sudorifere furono trovate nel nodulo leproso, giunto all'acme della sua fase neoplastica, e di più in un soggetto di 35 anni; tuttavolta si presentano, se non per grado, certamente per caratteri istologici molto somiglianti a quelle che s' incontrano nello stato senile, cosicchè per la loro speciale importanza meritano di essere brevemente riferite. Nelle sezioni microscopiche di alcuni noduli leprosi della regione plantare il Friedländer notò, in mezzo alla massa proliferante del granuloma leproso, le ghiandole sudorifere notevolmente sviluppate, non soltanto nelle anse del glomerulo, sibbene nel condotto escretore

---

(1) Fiocco. *Un caso di Nevo sudorale in un vecchio* (SIRINGOMA). (Giornale italiano delle Malattie Veneree della pelle. Anno XXXIX, 1904).

(2) Friedländer. *Über Epithelwucherung und Krebs* - Strasburg - J. Trübner. 1877.

delle medesime: infatti, oltre il forte ispessimento della membrana propria, notavasi *ettasia* dei tubuli ghiandolari fino a raggiungere dilatazioni *cistiche* con contenuto rifrangente, ritenuto di natura colloide. Ma le particolarità più importanti si riferiscono al condotto *escretore* che nel suo tratto intradermico non è più unico per ciascun gomitolo ghiandolare, ma si divide in diversi rami, i quali si anastomizzano fra di loro, formando una specie di rete in mezzo al tessuto del granuloma leproso. Da questa rete di tubuli ghiandolari neoformati spiccano alcuni ascendenti in direzione sia retta, sia obliqua, altri o ondulati, o formanti parecchie volute, i quali vanno a saldarsi all' apice dei zaffi malpighiani, allungatisi, forniti di molteplici ramificazioni e addentrantisi nella massa del nodo leproso. Quei tratti di tubuli simulano i condotti escretori nella loro porzione *dermica*, mentre la porzione *epidermica* dei medesimi, o manca affatto, o se esiste, ha perduto ogni rapporto colla ghiandola sottostante. Or bene siffatte alterazioni ghiandolari trovate dal Friedländer, specie quelle costituite, o da *ettasia* con degenerazione *cistica*, ovvero da *iperplasia* delle anse del glomerulo (alle quali certamente non deve essere stato estraneo lo stimolo specifico che agisce nel granuloma leproso) si mostrerebbero in tale grado e con tali parvenze da far credere anche qui ad una vera forma *adenomatosa* di detti organi. Il che per ragioni troppo ovvie non è ammissibile.

Ma come si può dedurre dalle ricerche sopra riferite, non è raro trovare nello stato senile combinate insieme le due maniere di alterazioni degli organi ghiandolari sudoriferi, siccome ho riscontrato nelle verruche e nel nevo pigmentario *(alterazioni miste)*. In simili contingenze può riuscire più facile vedere una somiglianza colle forme d' *idro-cisto-adenoma*, soprattutto se i tubuli ghiandolari, colpiti da ettasia e insieme da iperplasia dell' epitelio, sieno piuttosto numerosi; del pari se più glomeruli ghiandolari sono fra loro ravvicinati puo apparire ancora più evidente la correlazione patogenica fra la produzione verrucosa e neviforme, e le alterazioni dei detti tubuli ghiandolari, siccome ho detto più sopra.

In tutti questi casi però non sarà difficile riconoscere l' influenza del processo involutivo, sia per l' età degli individui, sia per le condizioni senili della pelle, sia da ultimo perchè accanto alle ettasie e iperplasie tubulari di queste ghiandole, si trovano ancora tubuli atrofici, fortemente retratti per la sclerosi del connettivo.

A spiegare la genesi delle forme involutive ettasiche dei tubuli ghiandolari è d' uopo ricorrere a qualche ostacolo, formatosi in uno, o più punti dei tubuli medesimi: allora è facile comprendere come, continuando la funzione secretiva, si debba dilatare il tratto del tubulo che si trova al disotto dell' ostacolo medesimo. Ma d' onde può venire tale ostacolo?

Come si è detto più sopra, per l' atrofia dell' epidermide scompare il *poro sudorifero* e allora, o il condotto escretore della ghiandola si apre con una piccola e ristretta fenditura obliqua entro il sottile strato corneo, ovvero (come nel caso di cheratosi follicolare) tutta la *porzione epidermica* del condotto ghiandolare è scomparsa e si è fusa col condotto escretore della ghiandola sebacea, fortemente dilatato, ma completamente ostruito da

un grosso zaffo cheratosico. Inoltre il condotto escretore della ghiandola sudorifera, nella sua *porzione dermica*, si è fatto tortuoso e d'ordinario assai più ristretto. Siffatti cambiamenti nella parte escretoria della ghiandola sudorifera devono esercitare un ostacolo sulla eliminazione del secreto dall'organo ghiandolare stesso.

Ed è forse a quest'ostacolo di compressione in corrispondenza del *poro sudorifero* per lo stato cheratosico dell'epidermide che si deve attribuire la notevole ipertrofia delle ghiandole sudorifere, descritta dal Giovannini in una forma d'*ittiosi*, da cui era affetto un uomo a 56 anni. E tanto più in tale contingenza sembrava verosimile questa congettura, in quanto che l'alterazione colpiva principalmente i condotti escretori delle ghiandole, i quali si approfondavano come lunghi e grossi zaffi malpighiani nella spessezza del derma, ove anche il glomerulo ghiandolare si mostrava notevolmente aumentato (1).

Ma l'ostacolo maggiore, a mio avviso, deve venire dalla *sclerosi* del connettivo circostante al glomerulo ghiandolare, la quale non procede sempre regolarmente attorno al glomerulo medesimo, ma si ordisce in punti diversi e in grado differente: per tal modo in un taglio microscopico le anse tubulari sono allontanate più o meno fra di loro, e il glomerulo ghiandolare non presenta più la sua forma rotondeggiante, o ovale, nè conserva più la sua postura normale: il che avviene soprattutto nelle ghiandole sudorifere *intradermiche,* sebbene lo stesso fatto non manchi anche in quelle *ipodermiche*, allorchè il pannicolo adiposo è di molto ridotto, o atrofizzato.

Che se le alterazioni *ettasiche* dei tubuli ghiandolari possono trovare nei fatti sopradescritti una qualche spiegazione per la loro genesi da involuzione senile, non così può riuscire agevole spiegare il meccanismo di formazione delle alterazioni iperplastiche per la stessa origine patogenetica. A tutta prima parrebbe giusto il pensare che nel vecchio, come fanno ugualmente altri epiteli, specie quello malpighiano, anche l'epitelio delle ghiandole sudorifere risvegliasse la sua attività *nutritiva* e *formativa*, cosicchè accanto all'atrofia di alcuni tubuli ghiandolari, si verificasse un'ipertrofia *compensativa* di altri tubuli prossimi, la quale potrebbe avvenire in quei punti, ove il connettivo dermico non ha subìto alcuna retrazione atrofica. Il che, se è verosimile e consono a quanto si sa per processi d'altra natura, non esclude però che vi possano essere altre maniere d'interpretazione intorno al fatto sopradescritto. Infatti si può pensare, o che si formi uno stimolo irritativo vicino a quei tratti dei tubuli, ove comincia la sclerosi del connettivo dermico: o che prodotti di secrezione, rimasti fra due punti ristretti di tubuli ghiandolari, possano provocare irritazione sull'epitelio, e dar luogo a iperplasia del medesimo. Ma qui siamo nel campo delle ipotesi, e non abbiamo argomenti sufficienti per dare la preferenza ad una piuttosto che all'altra; per modo che non ci rimane che attendere nuovi fatti da ricerche istologiche più numerose.

Tuttavolta anzi che spiegare direttamente la patogenesi di siffatte alterazioni produttive dalle ghiandole sudorifere, sembrami più opportuno raffrontare queste a quelle che

---

(1) Giovannini. Über einen Fall Ichtyosis mit Hypertrophie der Schweifsdrüsen. (Archiv für Derm. und Syph. 97 Bd. Hf. 1, 1894).

avvengono in altri organi ghiandolari in seguito a processi infiammatori cronici, conducenti alla sclerosi del connettivo interstiziale. Allora l'analogia apparisce nel modo il più evidente, perchè le diverse alterazioni si ravvicinano a tal segno, da farle ritenere come soggette ad una legge generale. Infatti nella *cirrosi atrofica* del fegato reperto costante è la neoformazione dei canaletti biliari, neoformazione che si presenta in diverso grado nei diversi casi, ma talvolta può raggiungere proporzioni cospicue tanto, da prendere l'aspetto *adenomatoso*, sia nelle aree di connettivo interstiziale sclerotico, sia nei punti ove il connettivo è ancora infiltrato da elementi giovani. Gli stessi fatti istopatologici ci vengono rivelati dal rene, colpito da *nefrite interstiziale* con retrazione del connettivo: in tali condizioni si rinvengono tubuli oriniferi neoformati e così bene distinti dai circostanti che spiccano subito per il diverso modo di diportarsi dei loro elementi cellullari sotto l'azione delle sostanze coloranti. E senza citare altri esempi, basterà riportarsi al lavoro sopramentovato del Friedländer, e a quanto trovasi esposto su questo argomento nelle opere scolastiche d'anatomia patologica (Ziegler, Orth, Kuffman...), per venire ad una conclusione generale intorno a siffatta questione: come nella flogosi cronica d'alcuni organi ghiandolari (fegato, rene), accanto allo sviluppo rigoglioso del connettivo interstiziale si ha un contemporaneo risveglio dell' attività proliferante dell' epitelio: così nello stato *senile* e *presenile*, accanto alla sclerosi del connettivo dermico, si verificano le medesime alterazioni neoproduttive nei tubuli delle ghiandole sudorifere fino a mentire stati *adenomatosi* delle medesime.

Condotta la questione in questi termini, se ancora le patogenesi delle alterazioni sopradescritte nelle ghiandole sudorifere ci rimane oscura, acquistiamo però un' idea più chiara intorno alle condizioni occorrenti per la neoformazione dei tubuli ghiandolari nello stato senile, basandoci sull'analogia di processi morbosi.

Prima però di chiudere questo punto dell' argomento sorge naturale la domanda, se le alterazioni iperplastiche dei tubuli ghiandolari sudoriferi sieno da considerarsi come fatti involutivi.

La risposta non si presenta facile, come a tutta prima potrebbe sembrare; un prodotto iperplastico, considerato a priori, non può ritenersi come un fatto d' involuzione, ed è però che la neoformazione epiteliale dei tubuli ghiandolari ci si rivela come una manifestazione attiva di un processo irritativo, o, come si è detto, un prodotto d' ipertrofia compensativa.

Nullameno è un fatto che questa alterazione iperplastica tubulare delle ghiandole sudorifere si rinvenne (come si è detto più sopra) nello stato senile accanto alle forme *ettasiche* e *atrofiche* dei detti tubuli ghiandolari: in altri termini, durante il processo *involutivo*. Del resto, esempi, e anche eloquenti, d'ipertrofia d'alcuni organi e tessuti, non mancano nell'età senile: basterebbe citare l'*ipertrofia prostatica*.

Dopo ciò tornando al mio primo assunto, mi piace ripetere che con questa breve nota mi sono proposto di richiamare l'attenzione degli istopatologi della pelle umana sopra un argomento che, sebbene non nuovo, è però sotto certi rispetti poco studiato, e può avere una grande importanza pratica per distinguere le alterazioni *senili* e *presenili* delle ghian-

dole sudorifere da quelle dovute a processi patologici che attaccano, o direttamente detti organi ghiandolari, o i tessuti circostanti ai medesimi. Il che può essere riassunto nelle seguenti conclusioni:

1ª Nello stato involutivo della pelle le ghiandole sudorifere subiscono alcuni cambiamenti morfologici ed istologici che devono considerarsi come alterazioni *senili* di questi organi.

2ª Queste sono di due maniere: *a)* le *prime* si presentano con *ettasia*, la quale può dar luogo a degenerazioni cistiche, e piglia d'ordinario uno o più tubuli d'un glomerulo ghiandolare; *b)* le *seconde* sono invece caratterizzate da iperplasia della membrana epiteliale fino a simulare le parvenze d'una forma neoplastica *(Adenoma sudoriparum, siringo-cisto-adenoma):* talvolta possono trovarsi combinate insieme le descritte lesioni ghiandolari *(forme miste).*

3ª Queste alterazioni *senili* non sono costanti nella vecchiezza, ma si trovano nelle vere condizioni di *senilismo* dei tessuti cutanei.

4ª Siffatte alterazioni possono trovarsi tavolta in alcuni stati distrofici d'individui ancor giovani, ch'è quanto dire in stati *presenili*, e soprattutto le *prime*, caratterizzate da ettasia dei tubuli ghiandolari.

5ª In talune contingenze morbose dei vecchi *(verruche, nevi, cheratosi follicolare)* possono trovarsi le descritte alterazioni ghiandolari con tali parvenze, da far credere ad una compartecipazione al processo morboso locale per parte di dette ghiandole, mentre esse non rappresentano altro che fatti involutivi di *senilismo.*

6ª Rispetto alla patogenesi delle due forme d'alterazioni ghiandolari, si può pensare: *a)* per quelle *ettasiche* a qualche ostacolo, sia in rapporto al condotto escretore, sia ad un punto qualsiasi delle anse del glomerulo, ostacolo dovuto principalmente a sclerosi circoscritte dal connettivo *peri* e *intraglomerulare; b)* per le alterazioni *iperplastiche* invece, oltre all'influenza dell'ostacolo suddetto, è d'uopo pensare al concorso di qualche stimolo, p. es. al secreto raccolto nel tubulo stesso, secreto capace d'irritare la membrana epiteliale, senza però escludere che vi possano essere altre cause che sfuggono all'osservazione.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I.

(Microfotografie (1).

Fig. 1ª — Sezione della pelle in un vecchio di 75 anni (*cute delle pinne nasali*).
Ettasia dei tubuli ghiandolari in diverso grado, e fino alla degenerazione cistica. — Arteriola inspessita specie nella tunica intima — (*endoarterite obliterante*).

Fig. 2ª — Sezione della pelle nello stesso individuo (*regione dorsale del naso*). Le medesime alterazioni.

Fig. 3ª — Sezione di pelle in un uomo di anni 68 con cheratosi follicolare (*cute della regione estensoria degli arti superiori*).
Cheratosi epidermica — Follicolo con zaffo cheratosico — Due tubuli ghiandolari ettasici: in quello maggiormente dilatato l' ettasia è accompagnata da iperplasia della membrana epiteliale, formante piccole sporgenze.

Fig. 4ª — Sezione della pelle d' un vecchio di 72 anni. (*regione frontale*).
Due tubuli ghiandolari ettasici e con iperplasia della membrana epiteliale (*forma mista*).

Fig. 5ª — Sezione di pelle di un vecchio di 69 anni (*regione delle pinne nasali*).
Due tubuli, uno con ettasia semplice e l' altro con iperplasia della membrana epiteliale.

Fig. 6ª — Sezione di pelle in un nevo pigmentario di un vecchio di 74 anni (*regione dorsale*).
Due tubuli ghiandolari ettasici con contenuto d' una sostanza bianco-giallognola finamente granulosa.

TAVOLA II.

Fig. 1ª — Sezione di pelle in un vecchio di 76 anni (Oc: 2 Ob: 2 di Korist. Tub. 140mm)
ep Epidermide atrofica — Follicoli scomparsi, o ridotti a zaffi malpighiani.
et — Tre tubuli sudoriferi ettasici: altri vicini atrofici.
cd — Connettivo in degenerazione attorno ai tubuli ettasici.

(1) Furono eseguite mercè l'Oc: 2, 4 « Korist., Diam. 90 » nella Clinica Dermosifilopatia di Modena, diretta dall' egregio Collega prof. G. Mazza, che qui vivamente ringrazio.

Fig. 2ª — Sezione di pelle in un vecchio di 72 anni. (Oc: 2 Ob: 2, Tub. 140^{mm} id).

ep — Epidermide.

et — Ettasia dei tubuli sudoriferi con incipiente iperplasia della membrana epiteliale, formante piccole gemmazioni.

at — Atrofia di alcuni tubuli accanto a quelli ettasici.

cd — Connettivo in degenerazione attorno ai tubuli ettasici.

Fig. 3ª — Sezione di pelle in vecchio d' anni 75 (*regione frontale*) (Oc: 2 Ob: 5, Tub. 160^{mm} id).

dc — Degenerazione cistica d' un tubulo sudorifero, disegnato in parte accanto ad altri tubuli ettasici.

cd — Connettivo del derma in degenerazione.

Fig. 4ª — Sezione della pelle d' un vecchio di anni 78 (Oc: 2 Ob: 2, Tub. 140^{mm} id).

et — Ettasia d' un tubulo sudorifero accanto ad altri con incipiente ettasia.

ar — Arterio-sclerosi d' un arteriola.

Fig. 5ª — Sezione di pelle del medesimo (Oc: 2 Ob: 5, Tub. 160^{mm} id).

Ettasia di tubuli sudoriferi con iperplasia della membrana epiteliale e con gemmazioni della detta membrana.

Fig. 6ª — Sezione di pelle in un vecchio di 73 anni con alterazioni miste (Oc: 2 O: 2, Tub. chiuso id).

et — Ettasia d' un tubulo sudorifero.

ip — Iperplasia della membrana epiteliale d' un tubulo sudorifero con formazione di zaffi epiteliali della medesima.

Fig. 7ª — Sezione di pelle in un vecchio di 68 anni con alterazioni miste (Oc: 2 Ob: 2, Tub. chiuso id).

ip — Iperplasia della membrana epiteliale d' un tubulo sudorifero.

et — Ettasia con atrofia dell' epitelio in un tubulo sudorifero.

cd — Connettivo dermico in degenerazione.

Fig. 8ª — Sezione di pelle in un vecchio di 71 anni (Oc: 2 Ob: 5, Tub. chiuso id).

ip — Iperplasia della membrana epiteliale d' un tubulo ettasico con zaffi di varia forma entro il lume del medesimo.

Fig. 9ª — Pelle dello stesso individuo (Oc: 4 Ob: 8*, Tub. chiuso id).

Tubulo ettasico con sdoppiamento della membrana epiteliale che divide il lume del tubulo medesimo.

Fig. 10ª — Sezione di pelle in vecchio di 78 anni (Oc: 2 Ob: 4, Tub. 140^{mm} id).

ip — Iperplasia della membrana epiteliale con divisione del lume di alcuni tubuli sudoriferi.

Fig. 1

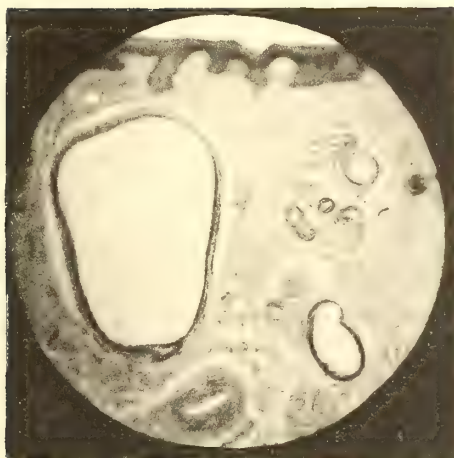
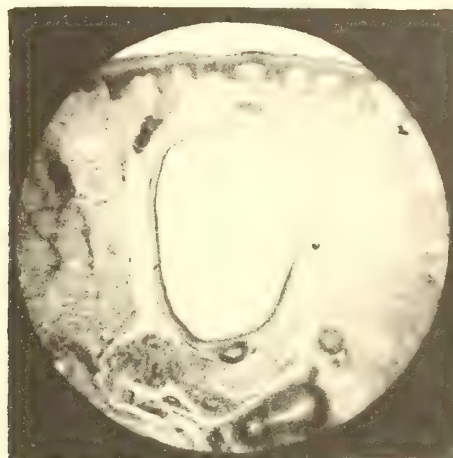



Fig. 2

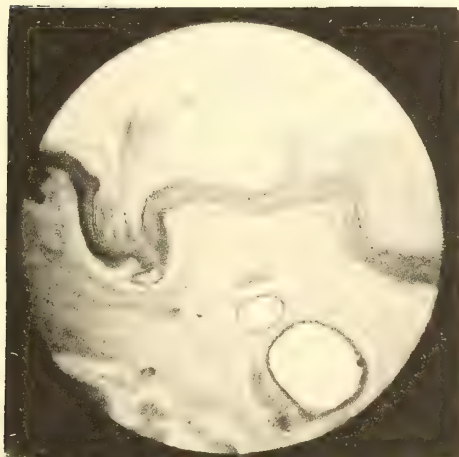
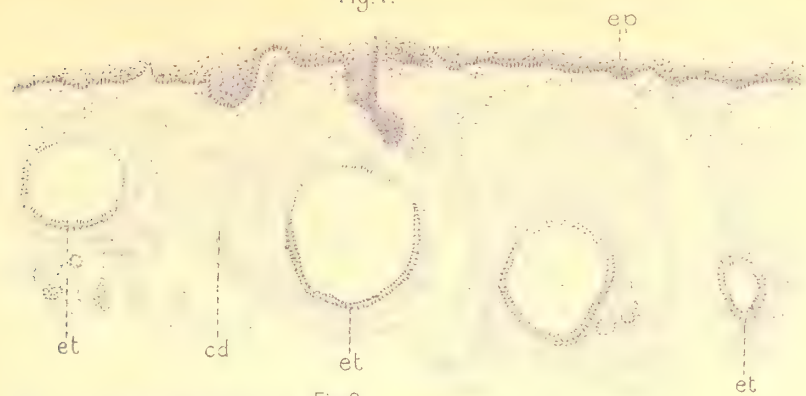
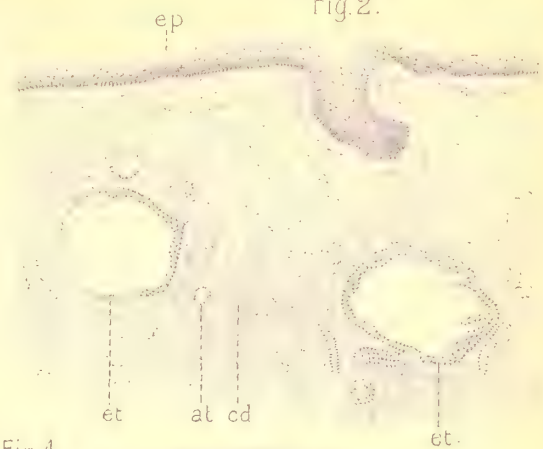
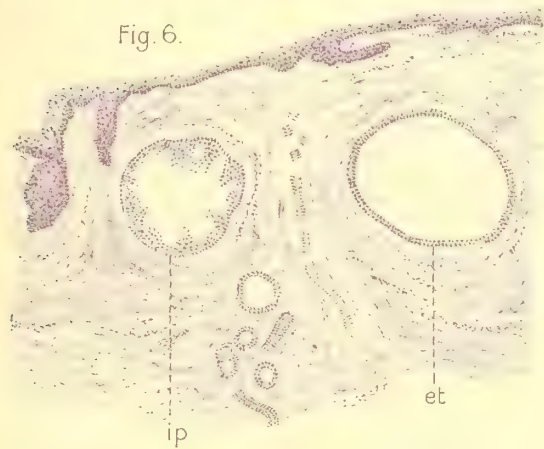
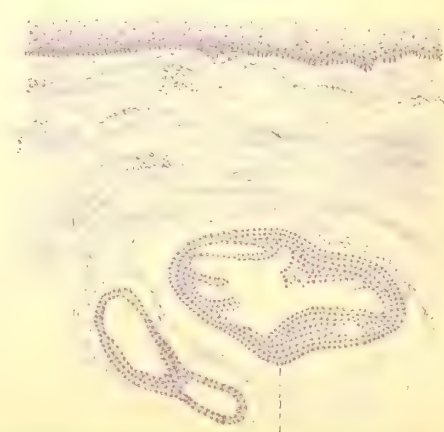
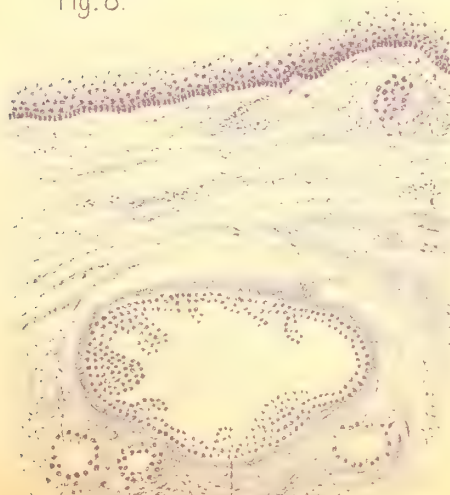



Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 1.
ep
et
cd
et
et
Fig. 2.
ep
et
at
cd
et
Fig. 3.
dc
cd
Fig. 4.
et
ar
Fig. 5.
Fig. 6.
ip
et
Fig. 7.
cd
ip
et
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.

OSSERVAZIONI CRISTALLOGRAFICHE
SOPRA COMPOSTI ORGANICI

MEMORIA

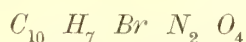
DI

GIOVANNI BOERIS

(letta nella Sessione del 6 Maggio 1906).

CON 14 FIGURE NEL TESTO

Bromoderivato del perossido del diisonitrosoisosafrolo

$C_{10}\ H_7\ Br\ N_2\ O_4$

P. di fus. 115°.

A. Angeli. *Gazzetta chimica italiana,* XXII, parte 2ª, 473.

Sistema cristallino: trimetrico

$a : b : c = 0,6001 : 1 : 0,9255$

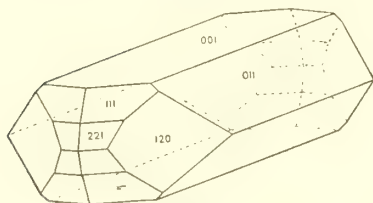
Forme osservate: {001} {120} {011} {111} {221}.

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(120) : (1$\bar{2}$0)	100° 14′ — 100° 34′	100° 24′	*	14
(011) : (01$\bar{1}$)	94 14 — 94 41	94 26	*	12
(011) : (001)	42 33 — 43 15	42 55	42° 47′	15
(001) : (111)	60 45 — 61 18	61 1	60 56	8
(111) : (221)	13 21 — 13 45	13 29	13 32	9
(221) : (22$\bar{1}$)	30 52 — 31 4	30 57	31 4	6
(011) : (120)	58 6 — 58 54	58 32	58 33	5
(120) : (111)	33 51 — 34 25	34 6	34 23	5
(111) : (0$\bar{1}$1)	86 54 — 87 34	87 22	87 4	5
(011) : (22$\bar{1}$)	81 40 — 82 17	81 55	81 57	10

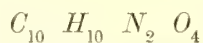
Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(221) : (120)	24° 9' — 24° 34'	24° 23'	24° 32'	4
(011) : (221)	57 34 — 58 5	57 54	57 46	5
(011) : (111)	48 11 — 48 47	48 32	48 32	5
(111) : (11$\bar{1}$)	82 40 — 82 56	82 48	82 55	2
(111) : (1$\bar{1}$1)		53 29	53 27	1
(221) : (2$\bar{2}$1)	59 15 — 59 35	59 25	59 26	3
(111) : (2$\bar{2}$1)	58 13 — 58 22	58 16	58 15	3
(221) : (2$\bar{2}$1)	68 36 — 68 38	68 37	68 36	2
(111) : (2$\bar{2}\bar{1}$)		74 26	74 34	1
(111) : (1$\bar{2}$0)		82 21	82 17	1
(221) : (1$\bar{2}$0)	81 22 — 81 30	81 26	81 30	2

Cristalli da miscela di alcool e cloroformio.

Sono costantemente alquanto allungati nel senso dell' asse [100]. Forme sempre presenti sono {011} e {120}. La {221} è più rara che {111}. La {001} è sempre a facce piuttosto scadenti: le facce delle altre forme danno riflessi assai buoni; tuttavia i valori angolari oscillano entro limiti abbastanza ampi.

Fig. 1

Tracce di sfaldatura molto imperfetta secondo {100}.
Cristalli incolori.

α-Diisonitrosoisosafrolo.

$C_{10}\ H_{10}\ N_2\ O_4$

P. di fus. 159°.

A. Angeli. *Gazzetta chimica italiana*, XXII, parte 2ª, 474

Sistema cristallino: triclino

$a : b : c = 0,5461 : 0,5676$

$\alpha = 96°\ 14'$

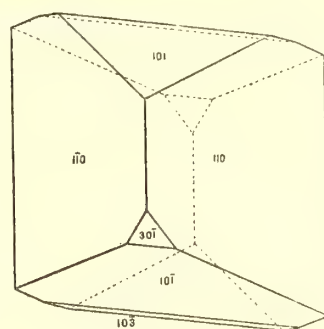
$\beta = 97\ \ 56$

$\gamma = 101\ \ 14$

Forme osservate: {110} {1$\bar{1}$0} {101} {$\bar{1}$01} {$\bar{3}$01} {$\bar{1}$03}.

Cristallizzato dall' etere acetico. La sostanza avuta a disposizione essendo in quantità esigua, si poterono avere ed esaminare solo pochissimi cristalli a facce molto splendenti ma in generale spezzate, o curve, o altrimenti difettose, quindi a riflessi difficilmente centrabili, sicchè si ottennero valori angolari con divari forti da cristallo a cristallo.

Fig. 2

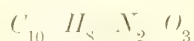
Le costanti riportate di sopra sono da ritenersi solo come approssimate, essendo state ricavate dalle misure date da un solo cristallo, il meglio conformato e quello a facce più piane degli esaminati, il quale presentava le forme $\{110\}$ $\{1\bar{1}0\}$ $\{101\}$ $\{\bar{1}01\}$ che sono comuni a tutti e diede questi valori:

Angoli	Mis.	Calc.
$(101):(1\bar{1}0)$	50° 55′	*
$(101):(\bar{1}01)$	93 2	*
$(\bar{1}01):(\bar{1}\bar{1}0)$	55 14	*
$(\bar{1}01):(\bar{1}10)$	52 0	*
$(110):(1\bar{1}0)$	56 29	*
$(101):(110)$	43 23	43° 3′

Della $\{\bar{3}01\}$ e della $\{\bar{1}03\}$ fu vista una sola faccia per ciascuna, e su cristalli diversi. Quella di $\{\bar{3}01\}$ era discretamente ampia, poco estesa invece appariva quella di $\{\bar{1}03\}$. I risultati della misura e del calcolo sono i seguenti:

Angoli	Mis.	Calc.
$(\bar{3}01):(\bar{1}01)$	29° 20′	29° 43′
$(\bar{3}01):(\bar{1}10)$	33 47	33 45
$(\bar{3}01):(\bar{1}\bar{1}0)$	33 8	32 32
$(\bar{1}01):(\bar{1}03)$	30 46	31 17
$(\bar{1}03):(101)$	61 39	61 45
$(\bar{1}03):(\bar{1}\bar{1}0)$	83 50	82 56

Cristalli incolori e trasparenti.

Anidride del diisonitrosoisosafrolo.

$C_{10}\, H_8\, N_2\, O_3$

P. di fus. 86°.

A. Angeli. *Gazzetta chimica italiana*, XXII, parte 2ª, 484.

Sistema cristallino: trimetrico

$a : b : c = 0,8162 : 1 : 0,9837$

Forme osservate: {010} {001} {$\bar{1}$11}

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(111) : (001)	56° 52′ — 57° 28′	57° 16′	*	22
(111) : (111)	65 12 — 65 41	65 25	65° 28′	14
(010) : (111)	57 42 — 58 16	58 1	57 52	10
(111) : (111)	64 3 — 64 32	64 16	*	7
(111) : (111)	81 3 — 81 53	81 35	81 20	12

Il solvente che meglio si presta per avere cristalli di questo composto è il benzolo nel quale è solubilissimo già a freddo. I cristalli esaminati si depositarono appunto da una soluzione a freddo nel benzolo lasciata lentamente evaporare. Quelli ben conformati sono molto rari, tutti gli altri sono quanto mai irregolarmente cresciuti. La combinazione delle tre forme osservate è la più frequente: qualche piccolo cristallino presenta la sola {111}.

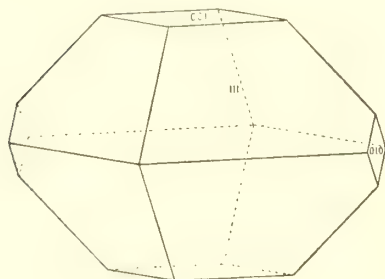



Fig. 3

Le facce in generale sono poco piane; in particolar modo quelle della {111} che molto di sovente si mostrano coperte di finissime strie parallele allo spigolo [$\bar{1}$01].

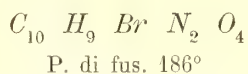
Parallelamente alla {010} si ha sfaldatura facilissima e perfetta.

Il piano degli assi ottici è parallelo a {001}, la bisettrice acuta, negativa, è normale a {010}; $\rho > v$.

In una lamina di sfaldatura misurai

	$2E_a$
63° 39′	(rosso)
62 14	(*Na*)
60 21	(verde)
57 30	(azzurro).

α-Diisonitrosobromoisosafrolo.

$C_{10}\ H_9\ Br\ N_2\ O_4$
P. di fus. 186°

E. Levi. *Gazzetta chimica italiana*, XXII, parte 2ª, 38.

Sistema cristallino: monoclino

$a : b : c = 1,1110 : 1 : 1,4297$

$\beta = 72°\ 19'$

Forme osservate: {100} {001} {011} {$\bar{1}$01}.

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(011) : (0$\bar{1}$1)	107° 14′ — 107° 39′	107° 31′	107° 26′	7
(01$\bar{1}$) : (001)		53 36	53 43	1
(011) : (01$\bar{1}$)	72 13 — 72 47	72 34	*	10
(100) : (001)	72 8 — 72 28	72 19	*	2
(001) : ($\bar{1}$01)		63 30	63 35	1
($\bar{1}$01) : ($\bar{1}$00)	43 53 — 44 22	44 6	*	3
(011) : (100)	79 2 — 79 38	79 20	79 39	2
(011) : (10$\bar{1}$)	74 43 — 75 6	73 58	74 44	6

Cristalli dall' etere acetico. Sono sempre allungati nel senso dell' asse [100]. Forma sempre presente è {$\bar{1}$01}; {100} è rara e con facce in ogni caso poco estese. Più rara ancora e a facce pure ristrette è la {001}. In generale {$\bar{1}$01} e {100} hanno facce piane e splendenti. Le facce della zona [100], se appena i cristalli sono un poco grossi, si presentano molto imperfette.

Sfaldatura non osservata.

Cristalli incolori: trasparenti solo se molto piccoli.

Piano degli assi ottici parallelo a {010}.

Dalle facce {$\bar{1}$01} emerge un asse ottico sotto una forte inclinazione.

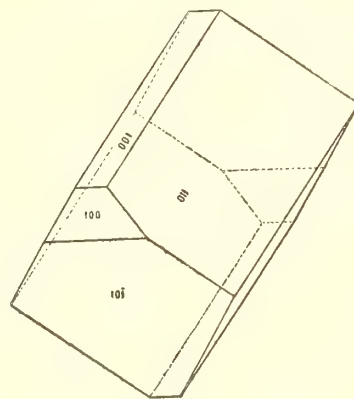
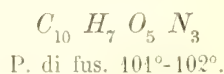



Fig. 4

Nitroderivato della anidride del diisonitrosoisosafrolo.

$C_{10} H_7 O_5 N_3$

P. di fus. 101°-102°.

E. Levi. *Gazzetta Chimica italiana*, XXIII, parte 2ª, 41.

Sistema cristallino: triclino, classe pinacoidale

$a : b : c = 0,8581 : 1 : 0,8251$

$\alpha = 101° 12'$

$\beta = 101 \ 18$

$\gamma = 79 \ 38$

Forme osservate: {100} {010} {001} {110} {210} {1$\bar{1}$0} {2$\bar{1}$0} {011} {0$\bar{1}$1} {$\bar{1}$01} {111} {$\bar{1}\bar{1}$1} {$\bar{1}\bar{1}$2}.

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(010) : (110)	54° 0' — 54° 20'	54° 11'	54° 19'	7
(110) : (210)	19 24 — 19 54	19 39	19 48	2
(210) : (100)	24 1 — 24 50	24 18	24 22	4
(010) : (100)	98 15 — 98 44	98 29	*	15
(100) : (2$\bar{1}$0)	21 32 — 21 55	21 45	*	11
(2$\bar{1}$0) : (1$\bar{1}$0)	15 0 — 15 25	15 17	15 14	7
(1$\bar{1}$0) : (0$\bar{1}$0)	44 11 — 44 45	44 30	44 32	9
(010) : (011)	44 41 — 44 46	44 43	44 58	3
(011) : (001)	35 14 — 35 50	35 33	35 33	5
(010) : (001)	80 13 — 80 56	80 31	*	14
(001) : (0$\bar{1}$1)	43 5 — 43 38	43 19	43 11	9
(0$\bar{1}$1) : (0$\bar{1}$0)	56 7 — 56 29	56 18	*	11
(010) : (111)	47 8 — 47 23	47 14	47 23	5
($\bar{1}$11) : ($\bar{1}$01)		28 42	28 36	1
($\bar{1}$01) : ($\bar{1}\bar{1}$1)		36 51	36 50	
($\bar{1}$11) : ($\bar{1}\bar{1}$1)	65 31 — 65 42	65 35	65 26	5
($\bar{1}\bar{1}$1) : (0$\bar{1}$0)	67 5 — 67 12	67 10	67 11	5

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N.
$(100) : (011)$		88° 14′	88° 8′	1
$(011) : (\bar{1}11)$		35 9	35 5	1
$(\bar{1}11) : (\bar{1}00)$		56 39	56 47	1
$(100) : (001)$	80 0 — 80 38	80 24	*	17
$(001) : (\bar{1}01)$		48 48	48 23	1
$(\bar{1}01) : (\bar{1}00)$		50 54	51 13	1
$(100) : (0\bar{1}1)$		76 0	75 56	1
$(0\bar{1}1) : (1\bar{1}1)$		44 22	44 19	1
$(\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}00)$		59 38	59 45	1
$(110) : (011)$	58 5 — 58 18	58 12	58 19	6
$(011) : (\bar{1}01)$		52 14	51 47	1
$(\bar{1}01) : (\bar{1}\bar{1}0)$			69 53	
$(110) : (001)$	75 18 — 75 28	75 21	75 21	6
$(001) : (\bar{1}\bar{1}2)$		33 50	33 32	1
$(\bar{1}\bar{1}2) : (\bar{1}\bar{1}1)$		24 33	24 31	1
$(001) : (\bar{1}\bar{1}1)$	58 4 — 58 18	58 11	58 3	3
$(\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}0)$	46 10 — 46 29	46 22	46 36	8
$(1\bar{1}0) : (00\bar{1})$	88 45 — 89 15	89 5	88 58	9
$(001) : (\bar{1}11)$	54 4 — 54 16	54 11	54 11	6
$(111) : (\bar{1}10)$	36 37 — 36 52	36 41	36 51	7
$(1\bar{1}0) : (0\bar{1}1)$	59 19 — 59 22	59 20	59 21	3
$(0\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}2)$	34 43 — 34 52	34 48	34 41	3
$(\bar{1}\bar{1}2) : (\bar{1}01)$		32 32	32 14	1
$(\bar{1}01) : (\bar{1}10)$		53 23	53 45	1
$(\bar{1}\bar{1}2) : (\bar{1}10)$	85 46 — 85 53	85 50	85 59	3
$(0\bar{1}1) : (2\bar{1}0)$	65 10 — 65 12	65 11	65 9	2
$(0\bar{1}1) : (210)$		89 43	89 43	1
$(0\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}0)$		78 39	78 58	1
$(0\bar{1}1) : (\bar{1}11)$		88 53	88 38	1
$(001) : (2\bar{1}0)$	85 12 — 85 17	85 15	85 11	3

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(001) : (210)	76° 7' — 76° 50'	76° 28'	76° 39'	4
(011) : $(1\bar{1}0)$	65 43 — 65 55	65 50	65 58	4
(011) : (210)	76 7 — 76 15	76 11	76 19	2
(011) : (210)	70 56 — 71 4	71 0	70 56	2
(011) : $(\bar{1}\bar{1}2)$		60 27	60 16	1
(011) : (111)		81 32	81 20	1
$(\bar{1}\bar{1}2)$: (010)	80 0 — 80 10	80 5	80 6	2
$(\bar{1}\bar{1}2)$: $(\bar{2}10)$	81 11 — 81 13	81 12	81 19	2
$(\bar{1}\bar{1}2)$: $(\bar{1}00)$		75 31	75 44	1
$(\bar{1}\bar{1}2)$: $(\bar{2}10)$		71 33	71 51	1
$(\bar{1}\bar{1}2)$: $(\bar{1}11)$	56 15 — 56 17	56 16	56 10	2
$(\bar{1}\bar{1}1)$: $(\bar{2}\bar{1}0)$	49 9 — 49 11	49 10	49 20	2
$(\bar{1}\bar{1}1)$: $(\bar{2}10)$		72 53	72 51	1
$(\bar{1}\bar{1}1)$: $(\bar{1}10)$	82 56 — 82 58	82 57	83 2	2
$(\bar{1}01)$: $(\bar{2}\bar{1}0)$		58 54	59 28	1
$(\bar{1}01)$: $(\bar{2}10)$		49 55	50 22	1
$(\bar{1}11)$: (110)		88 21	88 27	1
$(\bar{1}11)$: $(\bar{2}\bar{1}0)$		75 26	75 30	1
$(\bar{1}11)$: $(\bar{2}10)$		42 45	42 56	1

Si ottengono cristalli ben conformati e assai ricchi di facce sciogliendo a freddo la sostanza nella quantità strettamente necessaria di cloroformio, nel quale è solubilissima, aggiungendo alla soluzione così ottenuta il doppio del suo volume di etere acetico, e procurando che l'evaporazione avvenga il più lentamente possibile.

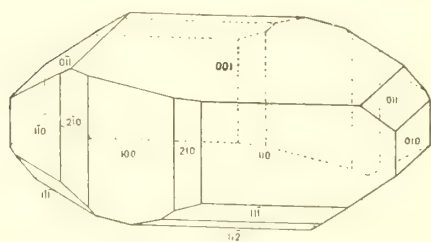



Fig. 5

Questi cristalli sono tutti, quale più quale meno, allungati secondo lo spigolo $[1\bar{1}0]$. Le forme osservate nella zona [001] sono in generale contemporaneamente presenti, come pure è costante la base. La $\{\bar{1}01\}$ fu osservata su due cristalli solamente, e con una faccia per ciascuno di esigua estensione, ma netta e splendente e situata sull'incrocio delle zone [010] e [101]. Le altre forme compaiono variamente combinate fra loro: più frequenti a trovarsi sono $\{0\bar{1}1\}$ e $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, meno frequenti $\{\bar{1}11\}$ e $\{011\}$; la $\{112\}$ poi è piuttosto rara.

Quanto all' ampiezza relativa delle facce di queste forme è da dirsi che quelle di $\{100\}$, $\{210\}$ e $\{2\bar{1}0\}$ sono in generale poco ampie e talvolta listiformi ; $\{010\}$ è pure a facce sempre ristrette, non di rado tanto larghe quanto sono alte ; più variabile in estensione è $\{1\bar{1}0\}$ che non arriva però mai ad avere facce larghe quanto quelle di $\{110\}$. Questa forma si distingue facilmente da tutte le altre, che sono a facce sempre molto piane, per la striatura più o meno marcata e parallela allo spigolo [001] che le sue facce presentano. Molte volte invece che striate sono spezzate in due facce piane e splendenti che rimangono nella zona [001] e le cui immagini distano fra di loro di 1° all' incirca. Anche la base è piuttosto ampia : qualche volta $\{011\}$ ha pure facce che si estendono notevolmente, ma $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$ e $\{011\}$ variano assai da cristallo a cristallo pur rimanendo sempre subordinate alla base. La $\{\bar{1}\bar{1}2\}$ poi è sempre poco estesa fino ad essere ridotta di molto.

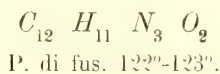
Sfaldatura non osservata.

Il colore dei cristalli è giallo chiaro : sono sempre molto trasparenti.

Per l' azione dell' etere acetico su tutte le facce si possono ottenere belle figure di corrosione, identiche per ogni copia di facce parallele ; e quelle dell' una faccia d'ogni coppia si possono portare a ricoprire quelle della parallela mediante una rotazione di 180° intorno alla normale loro, e una riflessione speculare su quest' ultima faccia. I cristalli di questa sostanza sono dunque da ascriversi alla classe pinacoidale del sistema triclino.

Nitroderivato del perossido del diisonitrosoisoapiolo.

$C_{12}\ H_{11}\ N_3\ O_2$

P. di fus. 122°-123°.

A. Angeli e P. Bartolotti. *Gazzetta chimica italiana*, XXII, parte 2ª, 504.

Sistema cristallino : monoclino, classe prismatica

$$a : b : c = 0,6374 : 0,6163$$

$$\beta = 73°\ 55'$$

Forme osservate : $\{010\}$ $\{001\}$ $\{110\}$ $\{011\}$ $\{021\}$ $\{\bar{1}01\}$ $\{\bar{1}11\}$ $\{\bar{1}21\}$.

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(110) : $(1\bar{1}0)$	62° 52' — 62° 3'	62° 55'	62° 58'	7
(110) : (010)	58 22 — 58 40	58 31	*	20
(010) : (021)		40 17	40 11	1
(021) : (011)		19 4	19 11	1

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(011) : (001)	30° 34′ — 30° 42′	30° 38′	*	12
(010) : (011)	59 20 — 59 29	59 23	59 22	10
(010) : (121)	44 56 — 45 14	45 0	44 58	10
(121) : (111)	18 7 — 18 40	18 21	18 27	8
(010) : (111)	63 14 — 62 39	63 29	63 25	4
(111) : (101)			26 36	
$(\bar{1}11)$: $(\bar{1}11)$		53 19	53 12	1
$(\bar{1}10)$: (021)		56 15	56 32	1
$(02\bar{1})$: $(\bar{1}11)$		45 50	45 39	1
$(\bar{1}11)$: $(\bar{1}\bar{1}0)$	77 31 -- 77 56	77 47	77 49	10
(110) : (011)	61 52 — 62 8	62 0	*	21
(011) : $(\bar{1}01)$			57 50	
(101) : (110)			60 10	
(110) : (001)	75 57 — 76 33	76 12	76 20	14
(001) : $(\bar{1}11)$	56 13 — 56 36	56 25	56 24	9
$(\bar{1}11)$: $(\bar{1}10)$	47 5 — 47 30	47 19	47 16	9
(110) : $(0\bar{1}1)$		93 36	93 36	1
(011) : $(\bar{1}21)$		42 34	42 32	1
$(\bar{1}21)$: $(\bar{1}10)$		43 54	43 52	1
$(\bar{1}21)$: (110)	88 54 — 89 8	89 1	88 58	7
$(\bar{1}21)$: (021)		34 34	34 38	1
(121) : (001)		64 9	64 4	1
$(\bar{1}21)$: $(0\bar{1}1)$		89 9	89 6	1
$(\bar{1}21)$: $(0\bar{2}1)$			104 59	
$(\bar{1}11)$: (011)	45 2 — 45 20	45 14	45 14	6
(111) : (011)		75 30	75 38	1
$(\bar{1}11)$: $(0\bar{2}1)$			89 9	
(101) : (021)			66 28	
$(\bar{1}01)$: (001)	51 46 — 51 53	51 49	51 46	4
(110) : $(0\bar{2}1)$			104 16	

Si esaminarono cristalli ottenuti per lenta evaporazione di una soluzione a freddo in acetone, in cui la sostanza si scioglie molto, e cristalli depostisi da una soluzione a caldo in etere acetico, nel qual liquido la sostanza a freddo non è molto solubile.

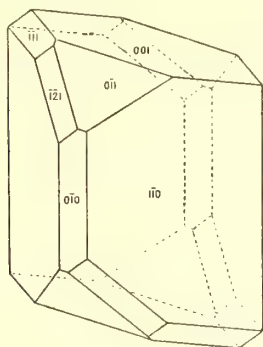



Fig. 6

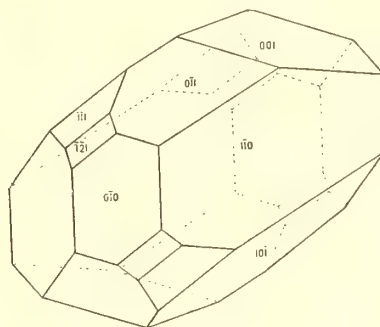



Fig. 7

I cristalli da acetone avevano tutti l'abito ritratto dalla figura 6, erano cioè prismatici secondo $[001]$, e mostravano facce delle seguenti forme: $\{010\}$ $\{001\}$ $\{110\}$ $\{011\}$ $\{\bar{1}11\}$ $\{\bar{1}21\}$. Le prime quattro di queste erano costanti in tutti, piuttosto di rado appariva $\{\bar{1}11\}$ e più di rado ancora $\{\bar{1}21\}$ accompagnantesi sempre con $\{\bar{1}11\}$. Per quel che riguarda la relativa estensione delle facce di queste forme si potè osservare che $\{010\}$ $\{011\}$ $\{111\}$ $\{\bar{1}21\}$ sono sempre a facce subordinate non solo a quelle di $\{110\}$, ma anche a quelle della $\{001\}$.

Altre due forme in più, cioè $\{012\}$ e $\{\bar{1}01\}$, oltre le già dette, si trovarono sui cristalli da etere acetico, i quali presentavano altresì una grande variabilità d'aspetto. Se ne ebbero infatti degli allungati, talora assai, secondo $[001]$. Molti erano non poco allungati secondo lo spigolo $[101]$. Parecchi erano fatti come mostra la figura 7, avendosi qui $\{110\}$ $\{011\}$ e $\{001\}$ con facce grandi e talora notevolmente, $\{\bar{1}01\}$ a facce sempre molto ampie, e colle facce delle altre forme più ristrette. Altre volte $\{\bar{1}01\}$ predominava così largamente su tutte le altre forme, che i cristalli prendevano l'aspetto di tavolette. Erano costantemente presenti le forme $\{001\}$ $\{110\}$ $\{011\}$ $\{\bar{1}11\}$; si osservarono piuttosto di rado $\{012\}$ e $\{\bar{1}12\}$, solo in pochissimi casi non si vide la $\{\bar{1}01\}$ e qualche volta, nei cristalli allungati secondo $[001]$, la $\{010\}$ mancava.

Le facce della $\{\bar{1}01\}$ predominano sempre notevolmente sulle altre terminali, ma non si possono mai misurare con buon esito su queste ultime perchè sono sempre o moltissimo striate o sostituite da facce di un prisma $\{\bar{h}kl\}$ vicinale della $\{\bar{1}01\}$ stessa, le quali in parecchi cristalli danno immagini di una certa nettezza. Però, misurandole sulle facce adiacenti, si ebbero divari piuttosto forti non solo tra i diversi cristalli, ma anche in uno stesso cristallo.

In nessun caso si ebbe la combinazione di tutte le forme osservate. Sfaldatura non del tutto perfetta secondo $\{010\}$.

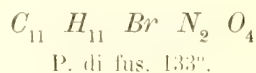
I cristalli di questa sostanza sono colorati in giallo citrino.

Sulle facce della $\{110\}$, mediante l'azione dell'etere acetico, si ottengono figure di

corrosione assai nette ed egualmente conformate. Sono simmetricamente disposte rispetto al piano {010} e quelle delle facce (110) e (11̄0) rispettivamente congruenti con quelle delle facce (1̄10) e (11̄0) per una rotazione di 180° intorno all'asse [010]. La classe a cui pertanto appartengono questi cristalli è la classe prismatica del monoclino.

Bromoderivato del perossido del diisonitrosoisometileugenolo.

$C_{11}\ H_{11}\ Br\ N_2\ O_4$

P. di fus. 133°.

G. Malagnini. *Gazzetta chimica italiana,* XXIV, parte 2.ª, 9.

Sistema cristallino: triclino.

$a : b : c = 0,5888 : 1 : 0,7994$

$\alpha = 102°\ 39'$

$\beta = 99\ \ 5$

$\gamma = 91\ \ 21$

Forme osservate: {010} {001} {110} {11̄0} {101̄} {011} {01̄1} {12̄1} {121̄}.

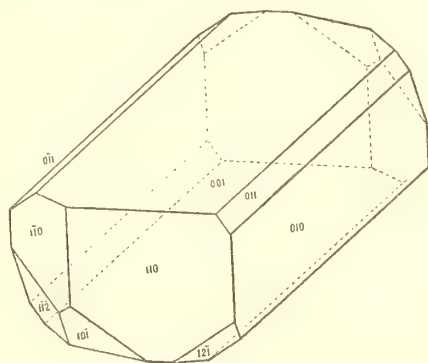
Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(010) : (011)	43° 41' — 43° 47'	43° 44'	43° 49'	2
(011) : (001)	32 48 — 32 57	32 53	33 9	4
(001) : (01̄1)	42 42 — 43 23	43 5	43 6	12
(01̄1) : (01̄0)	59 47 — 60 7	59 58	59 56	4
(010) : (110)	56 31 — 56 52	56 39	56 41	6
(110) : (110)	61 25 — 61 39	61 32	*	7
(11̄0) : (01̄0)	61 33 — 61 48	61 39	61 47	5
(010) : (1̄21)	41 2 — 41 22	41 14	41 16	4
(1̄21) : (1̄01)	42 53 — 43 21	43 9	43 14	4
(101) : (1̄21)	48 46 — 49 9	48 56	*	4
(1̄2̄1) : (01̄0)	46 23 — 46 56	46 44	46 34	8
(110) : (011)	103 45 — 104 29	104 8	104 10	7
(011) : (1̄21)		39 16	39 21	1

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
$(\bar{1}21):(\bar{1}10)$	36° 17′ — 36° 41′	36° 29′	36° 28′	7
$(110):(011)$	60 33 — 61 15	60 52	60 49	6
$(011):(\bar{1}01)$		65 15	65 19	1
$(\bar{1}01):(\bar{1}\bar{1}0)$	53 40 — 54 4	53 52	*	4
$(110):(0\bar{1}1)$		99 17	99 16	1
$(0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{2}1)$		48 36	48 32	1
$(\bar{1}\bar{2}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	32 9 — 32 18	32 12	*	8
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}1)$	69 20 — 69 29	69 24	69 4	3
$(0\bar{1}1):(\bar{1}01)$		66 52	67 12	1
$(\bar{1}01):(\bar{1}10)$	43 33 — 44 3	43 44	*	6
$(001):(110)$	75 2 — 75 45	75 30	75 23	12
$(001);(1\bar{1}0)$	88 29 — 88 49	88 41	88 21	12
$(001):(\bar{1}01)$	58 45 — 59 1	58 50	59 12	7
$(001):(\bar{1}21)$		59 46	60 22	1
$(\bar{1}21):(\bar{1}\bar{1}0)$	88 57 — 89 19	89 8	89 16	3
$(001):(\bar{1}\bar{2}1)$	78 0 — 78 27	78 12	78 19	13
$(\bar{1}\bar{2}1):(\bar{1}10)$	79 42 — 80 25	80 4	80 16	6
$(011):(\bar{1}\bar{2}1)$	103 13 — 104 0	103 40	103 36	5
$(0\bar{1}1):(\bar{1}21)$		94 52	95 3	1

Cristalli ottenuti lasciando svaporare lentamente una soluzione della sostanza in cloroformio allungato con alcool.

I geminati sono di gran lunga più numerosi dei cristalli semplici. Questi poi si presentano tutti piuttosto allungati secondo l'asse [100] e colla {001} a facce un poco più estese di quelle di {010}. Entrambe queste forme hanno facce predominanti su quelle di {011} e di {0$\bar{1}$1} che quando sono contemporaneamente presenti le mostrano presso a poco della stessa estensione.

Fig. 8

In generale i cristalli semplici sono terminati da una sola estremità dell'asse [100] e sempre con facce

di $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{12\bar{1}\}$ e $\{1\bar{2}\bar{1}\}$, ma in alcuni casi le facce di $\{110\}$ e $\{1\bar{1}0\}$ predominano largamente su quelle di $\{10\bar{1}\}$, $\{12\bar{1}\}$ e $\{1\bar{2}\bar{1}\}$, come si vede dalla figura 8, e in altri casi si ha l'apposto come mostra la figura 9.

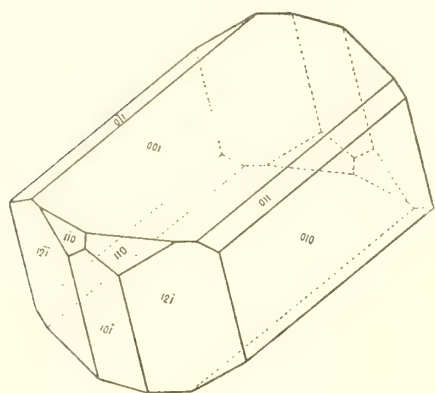
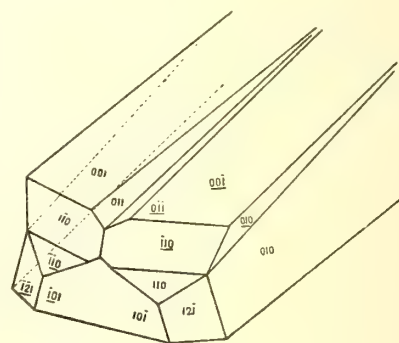



Fig. 9

Mentre le facce delle forme che compaiono alla estremità dell'asse [100] dei cristalli tanto semplici che geminati sono assai piane e lucenti, quelle delle forme della zona [100] sono sempre molto striate nel senso dell'asse della zona stessa e dánno immagini difettosissime.

I geminati sembrano appartenere tutti alla legge: asse di geminazione lo spigolo $[001 : 10\bar{1}]$. Quantunque numerosissimi, come già fu detto, se ne trovarono solo ben pochi sui quali fosse possibile eseguire qualche misura. Quello su cui si potè fare il maggior numero di misure è il gruppo a completa penetrazione rappresentato al naturale colla figura 10.

Fig. 10

In questo le facce $\{001\}$ della parte superiore e quelle della parte inferiore stanno in due piani fra loro paralleli, e la zona $[001 : 110]$ di un individuo sembra a prima vista coincidere colla zona $[001 : 1\bar{1}0]$ dell'altro, ma al goniometro si vede che la divergenza fra gli assi di queste zone è abbastanza sensibile. D'altra parte si trova che le facce $\{10\bar{1}\}$ dei due individui costituenti il gruppo coincidono. Si esclude quindi che la geminazione avvenga secondo la bisettrice dell'angolo piano $[001 : 110] : [001 : 1\bar{1}0]$ la quale è inclinata sullo spigolo $[001 : 101]$ di $0^\circ 21'$ circa.

Tuttavia il divario fra le misure e il calcolo per la legge attribuita al gruppo, è abbastanza rilevante, ma bisogna però notare che parecchi degli angoli omologhi tra le facce terminali dei due individui, pur essendo complessivamente in buon accordo tra loro, sono piuttosto discosti dai corrispondenti calcolati per i cristalli semplici che servirono a determinare le costanti della sostanza.

Gli angoli di geminazione osservati sono poi ancor più discosti da quelli che si calcolano per la legge: asse di geminazione la bisettrice dell'angolo piano $[001 : 110]$: $[001 : 1\bar{1}0]$.

Ciò si rileva dalla seguente tabella in cui, accanto ai valori trovati per gli spigoli di geminazione che si prestarono a letture, vi sono in una colonna i calcolati per la legge ritenuta realmente esistente, e in un' altra sono quelli che si calcolano per l'altra legge.

Angoli	Valori osserv.	Calc. I	Calc. II
$(110) : \underline{(\bar{1}\bar{1}0)}$	59° 28′	58° 8′	58° 48′
$(1\bar{1}0) : \underline{(\bar{1}10)}$	62 22	61 38	60 56
$(12\bar{1}) : \underline{(\bar{1}\bar{2}1)}$	94 10	95 4	95 44
$(10\bar{1}) : \underline{(\bar{1}10)}$	44 34	43 44	43 18
$(1\bar{1}0) : \underline{(\bar{1}01)}$	44 15		
$(12\bar{1}) : \underline{(\bar{1}\bar{1}0)}$	82 57	82 34	83 13
$(110) : \underline{(\bar{1}\bar{2}1)}$	82 37		
$(12\bar{1}) : \underline{(\bar{1}10)}$	22 3	22 21	22 55
$(1\bar{1}0) : \underline{(\bar{1}\bar{2}1)}$	22 7		
$(10\bar{1}) : \underline{(\bar{1}01)}$			0 36
$(110) : \underline{(\bar{1}10)}$	12 7	12 59	12 58
$(1\bar{1}0) : \underline{(\bar{1}\bar{1}0)}$	12 15		

Gli angoli non di geminazione che venne fatto di misurare sono i seguenti:

Angoli	Mis.°	Calc.°
$(10\bar{1}) : (00\bar{1})$	58° 25′	59° 12′
$(00\bar{1}) : (110)$	103 32	104 37
$\underline{(001)} : \underline{(\bar{1}\bar{1}0)}$	103 14	
$(12\bar{1}) : (00\bar{1})$	77 24	78 19
$\underline{(\bar{1}\bar{2}1)} : \underline{(001)}$	77 45	
$(110) : (10\bar{1})$	54 1	53 52
$\underline{(\bar{1}\bar{1}0)} : \underline{(\bar{1}01)}$	53 35	
$(110) : (12\bar{1})$	30 53	32 12
$\underline{(\bar{1}10)} : \underline{(\bar{1}\bar{2}1)}$	31 21	
$(12\bar{1}) : (10\bar{1})$	48 36	48 56
$\underline{(\bar{1}\bar{2}1)} : \underline{(\bar{1}01)}$	48 45	

Dalla media dei valori osservati per i primi cinque spigoli della precedente colonna si deducono, per questo cristallo, le costanti

$$a : b : c = 0,6474 : 1 : 0,8358$$

$$\alpha = 99^\circ\, 15' \qquad \beta = 98^\circ\, 57' \qquad \gamma = 95^\circ\, 55'$$

l'angolo $(12\bar{1}) : (10\bar{1})$ si trova eguale a 48° 32′, e si ricavano per gli angoli di geminazione i valori teorici riportati nella tabella che segue, nella terza colonna della quale sono quelli relativi alla prima delle leggi discusse, e nell' ultima colonna quelli relativi alla seconda legge.

Angoli	Valori osserv.	Calc.° I	Calc.° II
$(110) : (\underline{\bar{1}\bar{1}0})$	59° 28′	60° 32′	63° 44′
$(1\bar{1}0) : (\underline{\bar{1}10})$	62 22	69 6	65 38
$(12\bar{1}) : (\underline{\bar{1}\bar{2}1})$	94 10	94 18	97 36
$(10\bar{1}) : (\underline{\bar{1}10})$	44 24	47 43	45 31
$(12\bar{1}) : (\underline{\bar{1}\bar{1}0})$	82 47	83 10	86 28
$(12\bar{1}) : (\underline{\bar{1}10})$	22 5	20 49	23 13
$(10\bar{1}) : (\underline{\bar{1}01})$			2 58
$(110) : (\underline{\bar{1}\bar{1}0})$	12 11	10 56	10 22

Nel caso più frequente i gruppi sono costituiti da un individuo del tipo della figura 8 o del tipo della figura 9, al quale, essendo piano di contatto la faccia (001), si viene ad unire un secondo individuo assai più piccolo rimanente come impigliato nel primo. Questo individuo non mostra mai, almeno per quanto si potè vedere, nè la $\{1\bar{1}0\}$, nè la $\{101\}$, nè la $\{1\bar{2}\bar{1}\}$; bensì la $\{110\}$ o sola, ed è il caso più comune, o con la $\{12\bar{1}\}$. Per tutti viene ad essere caratteristico l'angolo rientrante che essi presentano costituito da una faccia $\{110\}$ di un individuo e da una faccia $\{1\bar{1}0\}$ dell' altro.

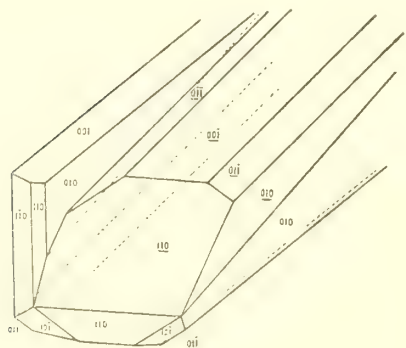



Fig. 11

Furono osservati anche dei gruppi della conformazione ritratta dalla figura 11, e complicati solo in apparenza, perchè la specie di lamina che sembra venire ad attaccarsi coll' individuo in posizione normale e coll' altro, formando con quest' ultimo una doccia stretta e profonda, non è altro che una propaggine molto sporgente dell' individuo in posizione normale. Anche in questi gemelli l'angolo rientrante caratteristico $(110) : (\underline{\bar{1}10})$ è ben evidente.

Questi gruppi e i precedentemente descritti, sui quali un solo individuo mostra la $\{101\}$, che hanno le facce di $\{001\}$ tutt' altro che perfette, che ci presentano la faccia $(\underline{\bar{1}10})$ di un individuo fuori sì dalla zona [001 : 110] dell' altro, ma non di tanto

talora che questo fatto non possa essere attribuito a imperfezione dei cristalli, non si prestano a decifrare in maniera assoluta la legge cui appartengono, sopratutto perchè non si potè mai misurare su di essi altro che l'angolo di geminazione $(110):(\underline{110})$ poco significativo nel caso nostro. E può rimanere il dubbio a loro riguardo che appartengano a quella maniera di geminazione che il Brögger trovò per la prima volta nella idrargillite e che sospetta esistere nelle miche (1), e fu trovata di nuovo più recentemente, da chi scrive, nel solfato di rame (2).

Tuttavia io credo che quanto si è rilevato sul gruppo a completa penetrazione rappresentato dalla figura 10, contribuisca a far ritenere come molto probabile che anche tutti questi gruppi ora descritti siano geminati ad asse parallelo allo spigolo $[001:10\bar{1}]$.

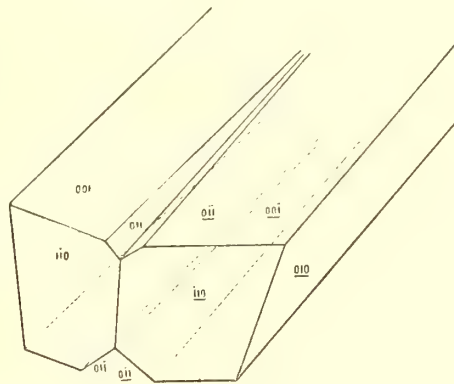
Fig. 12

I geminati di contatto sembrano essere molto rari: non ne riscontrai difatti che uno solo terminato da sole facce di $\{110\}$, ritratto dalla figura 12.

Tutti i geminati osservati sono terminati ad una sola estremità dell'asse $[100]$; in nessuno poi si poterono misurare angoli di geminazione tra le facce delle zone $[001:010]$ che difettose, come fu già detto, nei cristalli semplici, lo sono ancor più nei geminati.

Cristalli incolori poco trasparenti.

Sfaldatura facile, però non del tutto perfetta, secondo $\{001\}$.

---

(1) Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, XVI, 38, 1900.

(2) Atti della Società Italiana di Scienze Naturali, XLIV, 73, 1905.

Iodometilato di 4-metil 7-isopropil-Δ_N-carbazolenina.

$C_{17}\ H_{24}\ N\ I$

P. di fus. 209°-210°.

G. PLANCHER ed O. CARRASCO. *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, ser. 5ª, vol. XIII, 1° semestre, 633.

Sistema cristallino: trimetrico.

$a : b : c = 0,6350 : 1 : 0,7279$

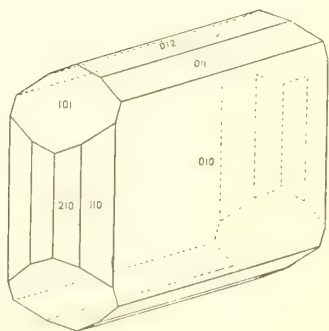
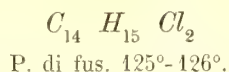
Forme osservate: {010} {110} {210} {101} {011} {012}.

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(010) : (110)	57° 31′ — 57° 39′	57° 35′	*	6
(110) : (210)	14 41 — 15 3	14 51	14° 48′	4
(210) : (2$\bar{1}$0)		34 46	35 14	1
(010) : (011)	53 56 — 53 58	53 57	*	2
(011) : (012)		15 30	16 3	1
(110) : (011)		72 7	71 37	1
(011) : (101)			57 53	
(101) : (110)		50 40	50 30	1
(012) : (210)		84 12	84 4	1
(210) : (101)		44 9	44 6	1
(101) : (012)			51 51	
(101) : (10$\bar{1}$)		82 33	82 13	1

Cristallizzato da alcool. La {010} è costante e sempre predominante molto sulle altre forme, quindi i cristalli prendono forma di tavolette le quali poi sono sempre allungate, e talora notevolmente, secondo l'asse [100]. La maggior parte dei cristalli mostra la combinazione di tutte le forme osservate. La {101} è costante; {012}, che qualche volta manca, è a facce meno estese che {011}; {210} è a facce più piccole o al più grandi quanto quelle di {110}.

Fig. 13

Sfaldatura perfetta e facilissima secondo {010}.

Piano degli assi ottici parallelo a {100}; bisettrice acuta normale a {010}.

Base clorurata derivante dal metiltetraidrocarbazolo.

$C_{14}\ H_{15}\ Cl_2$

P. di fus. 125°-126°.

G. Plancher ed O. Carrasco. *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, ser. 5ª, vol. XIII, 1° semestre, 636.

Sistema cristallino: trimetrico.

$a : b : c = 0,5396 : 1 : 1,5311$

Forme osservate: {010} {001} {110} {011} {012}.

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(110) : (010)	61° 31' — 61° 48'	61° 39'	*	10
(110) : (1$\bar{1}$0)	56 32 — 56 46	56 39	56° 42'	2
(010) : (011)	33 4 — 33 14	33 9	*	6
(011) : (012)	19 2 — 19 57	19 30	19 25	7
(012) : (001)	37 15 — 37 49	37 32	37 26	5
(011) : (110)	66 34 — 66 52	66 40	66 34	8
(012) : (110)	73 3 — 73 28	73 17	73 13	9

Cristalli da etere acetico. Mostrano la combinazione di tutte le forme osservate; ora sono allungati secondo [100], ora secondo [001]. La {011} generalmente ha facce più ampie che {012}. La {010} non ha mai grande estensione; anche meno estesa è la {001} che di solito è a facce poco perfette. Le facce di tutte le altre forme sono assai splendenti.

Sfaldatura non osservata.

Cristalli incolori e trasparenti.

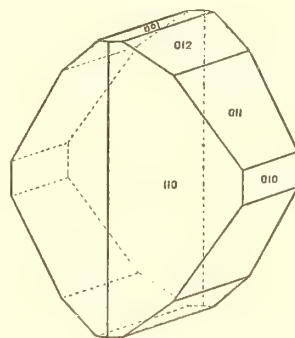



Fig. 14

SULLA DIREZIONE ANOMALA DEI CAPELLI

MEMORIA

DEL

Prof. GIOVANNI D'AJUTOLO

(letta nella Sessione del 20 Maggio 1906.)

(CON TAVOLA)

Il lavoro, che ho l'onore di presentare oggi, doveva esser qui letto nell'ultima seduta del passato anno accademico; ma la impossibilità di avere alcune fotografie illustrative non me ne fece fare più nulla. Non volendo per altro privare gli studiosi di qualche notizia originale, che poteva tornar loro utile, pensai di pubblicarne intanto un brevissimo sunto, che vide infatti la luce nel locale *Bollettino delle Scienze Mediche* (1), sotto forma di una lettera diretta al Chiarissimo Prof. Gurrieri, redattore-capo di quel giornale.

Ora io desidero far notare, che la direzione dei capelli, di cui intendo qui parlare, non riguarda punto quella che i capelli offrono secondo la loro lunghezza, per cui vengono poi distinti in *lisci*, *ondulati*, *ricci* ecc.; sibbene quella, che essi hanno rispetto alla superficie cutanea, sulla quale sono impiantati. Normalmente - com'è noto - nel maggior numero delle razze umane, essi sono impiantati obbliquamente nella pelle e si dirigono: — da dietro in avanti, nella regione biparieto-frontale; — dall'alto al basso nella regione occipitale, e più o meno obbliquamente all'esterno nelle regioni parieto-temporali, seguendo certe linee curve, dette correnti o *flumina pilorum*; le quali si dipartono dall'obelion, o vertice del capo, come da un centro, dopo avervi formato colla loro inserzione verticale nella cute un vero vortice, che va appunto sotto il nome di *vortice dei capelli*. In molti individui invece questa disposizione trovasi più o meno cambiata, ed un esempio di tale cambiamento l'abbiamo nella presenza di vortici soprannumerari ed ectopici; ma ve n'ha un altro e non meno importante, che si potrebbe denominare *direzione invertita dei capelli*, avendo questi effettivamente una direzione più o meno contraria a quella, che hanno normalmente in determinate regioni.

In questa memoria io mi propongo di studiare ambedue le forme di anomala dire-

(1) V. Bollettino delle Scienze Mediche di Bologna, Anno LXXVI, Serie VIII. vol. V. 1905.

zione dei capelli rispetto al cuojo capelluto, e dirò prima dell' *invertita direzione* e poi dei *vortici soprannumerari ed ectopici.*

I.

La invertita direzione dei capelli può essere distinta in *parziale* e *totale*, a seconda che trovasi circoscritta a qualche zona, od estesa a tutto il capillizio.

A) La parziale è piuttosto frequente ed osservasi di solito nella regione frontale presso il limite anteriore del capillizio, dove occupa, più spesso il 3° esterno destro della linea d' impianto frontale, meno spesso il 3° esterno sinistro e più raramente il 3° medio. Altre volte essa ha sede nei due terzi vicini, od anche contemporaneamente nei due terzi esterni di detta linea, ciò che per altro non è punto molto frequente. — In tutti questi casi, l' anomalia assume d' ordinario la forma di un ventaglio aperto (Schizzo, fig. I, v (1)), diretto all' indietro ed in alto, ora spianato, ora concavo ed ora come diviso da una specie di scriminatura. Altre volte esso si continua trasversalmente in una zona vicina e va a costituirvi un vero vortice, che può essere destrorso (fig. II,v^{e}, e III,v^{e}), o sinistrorso (fig. IV,v^{e}).

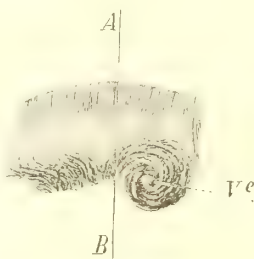
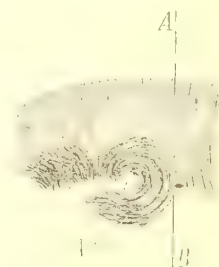



Fig. I. Fig. II. Fig. III.

Quando poi le due zone esterne sono contemporaneamente colpite dall' anomalia, i capelli possono esser diretti, o per la massima parte all' esterno ed in alto (fig. V,v,v) od anche in parte verso la linea mediana quasi per incontrarsi con quelli del lato opposto (fig. VI,v,v).

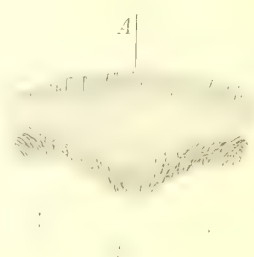
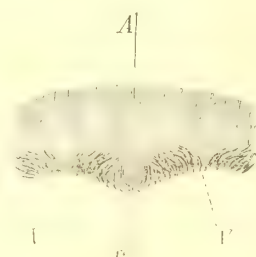



Fig. IV. Fig. V. Fig. VI.

Degno pur di nota è il fatto, che nel punto ove ha luogo l' anomalia a ventaglio, la linea d' impianto dei capelli d' ordinario non raggiunge il limite anteriore delle zone vicine, ma

(1) In tutti gli schizzi la linea AB rappresenta il piano sagittale del corpo.

vi resta più o meno indietro: — circostanza codesta, che può avere una certa importanza per la spiegazione del fenomeno.

Quest' anomalia, quantunque molto frequente, pure fino a questi ultimi tempi è stata quasi totalmente ignorata dagli scienziati, ma non punto dal nostro popolo, il quale anzi con linguaggio poetico l' à denominata *leccata di bue*, quasichè un bue, leccando, abbia rialzati e fissati i capelli in quella speciale direzione. Degli scienziati — che io mi sappia — se n' è occupato il Perusini (1) soltanto tre anni or sono, in un suo *Contributo allo studio dei vortici dei capelli*, dove appunto parla di « vortice frontale incompleto » di « accenno di vortice frontale » e di « impianto irregolare dei capelli sulla fronte ». E quantunque egli non ne descriva le modalità, pure è importante il fatto, che egli ha trovato il « vortice frontale (completo ed incompleto coincidente con *impianto irregolare dei capelli sulla fronte* » ben 17, 7 volte su 90 deficienti e 12, 4 volte su 48 individui con arresto di sviluppo. Da parte mia, non potrei presentare percentuale alcuna nei casi da me osservati, perchè li rilevai nei miei clienti a mano a mano che mi si presentò l' occasione. Nondimeno, pel gran numero di esempi raccolti, io mi credo autorizzato a concludere: che la invertita direzione — come avvertii di già — sia un fatto assai frequente, e più nei maschi che nelle femmine, e più nei nevropatici e degenerati che nei normali. Spesso la incontrai negli individui affetti di vegetazioni adenoidi, come pure in molti individui della stessa famiglia, da considerarla quasi come una vera marca di famiglia.

B) La *direzione invertita totale* dei capelli è da considerarsi come rarissima, avendola potuta osservare una volta sola, in persona di un giovinetto di Reggio-Emilia ora dimorante a Bologna. Questo giovinetto - che ora conta 15 anni - ha i capelli della regione frontale *diretti dall' avanti all' indietro* (2) e quelli della regione occipitale *dal basso in alto*, e così fortemente, che il pettine non riesce a ravviarli. I capelli della fronte poi, giunti al bregma (fig. I, vbr) ed allo stephanion sinistro (vst) si arrestano per la presenza di due vortici di capelli ivi risiedenti; quelli dell' occipite alla loro volta, giunti in corrispondenza degli asterion (regioni parieto-occipito-temporali) vengono arrestati dalla presenza di due altri vortici ivi collocati (fig. II, vad, e III, vas), mentre nella parte mediana del capo ascendono fino al vertice a incontrarvi quelli che provengono dalla regione anterosuperiore del capo medesimo. Cosicchè nello stesso individuo riscontransi 4 vortici - due anteriori e due posteriori. - In quel giovinetto notasi pure un raddoppiamento del margine libero delle pinne nasali, per ectopia in avanti delle rispettive pliche vestibolari, (fig. IV), nonchè un rotacismo (cattiva pronunzia della *r*) molto spiccato, che è ritenuto come un carattere degenerativo. Rispetto a questo giovinetto, debbo da ultimo avvertire, che anche nella sua famiglia havvi qualche cosa, che ricorda le anomalie di lui: e così p. es., nell' unica sua sorella vedesi una duplice deviazione dei capelli nella regione frontale, come nella fig. VI già riportata, e la mancanza delle pliche vestibolari nasali: mentre nella madre notasi la quasi mancanza delle dette pliche ed un rotacismo ben manifesto.

---

(1) V. Arch. di psichiatria ecc. Vol. XXIV, pag. 214, Torino 1903.

(2) V. le fotografie, che trovansi riportate nella tavola.

II.

I *vortici ectopici e soprannumerari* costituiscono l' altra forma di anomala direzione dei capelli. Normalmente non vi ha che un vortice solo, situato nell' obelion o vertice del capo. Spesso però - pur essendo unico - esso si presenta *ectopico*, essendo, cioè, situato verso una delle bozze parietali, od anche più in basso ed all' esterno, verso l' orecchio, come ne riporta un esempio il Ferè (1). Di conseguenza allora le correnti dei capelli deviano dalla loro direzione normale, decorrendo, ad es., obbliquamente, là dove altrimenti sarebbero dirette dall' alto al basso o da dietro in avanti.

Quando invece i vortici sono in numero di due, di cui naturalmente uno soprannumerario, questo di solito trovasi collocato anch' esso nel vertice del capo, più o meno vicino e più o meno simmetricamente a quello che vi sta normalmente. Altre volte si vede un vortice all' obelion ed un altro alla fronte; solo di rado si trovano complessivamente 3 vortici sullo stesso individuo, e stanno: o tutti tre all' obelion (Ferè, Hrdlicka (2), Perusini), o due alla fronte ed uno all' obelion (Hrdlicka), od infine due all' obelion e il terzo alla fronte (Perusini). Più di tre vortici però - ossia più di due soprannumerari nello stesso individuo, che io mi sappia almeno, finora non sono stati osservati; per cui il caso mio testè riferito dev' essere ritenuto come un esempio singolarissimo, non solo di direzione invertita totale del capillizio, ma ben anco della moltiplicità de' vortici soprannumerari finora osservati.

La conoscenza dei vortici soprannumerari non è affatto recente, ma risale a molti secoli fa, giacchè sappiamo, che la presenza di due vortici di capelli nell' uomo era ben nota ad Aristotile e che fu poi giudicata da Alberto Magno, come segno di « animo doppio, e vario in se stesso » (3), e da Volchero Coiter, del decimosesto secolo « come indizio di lunga vita » (4). Recente è invece lo studio statistico, fatto in ispecie dal Ferè (5), dal Roncoroni (6), dall' Hrdlicka, dal Battistelli (7) dal Perusini, dal Reggiani (8) ecc., col quale sono state indagate le modalità diverse dei vortici ectopici

---

(1) Ferè Ch. Le dedoublement du tourbillon des cheveux et de l' infundibulum sacrococcygien. — Nouvelle Icononographie de la Salpetrière. Tom. X, pag. 195. Paris 1897.

(2) Hrdlicka Ales. Anthropological Investigations one One Thausand White and Colored Children of Both Sexes The Innates of the Nen York Juvenile Asylum with Additional Notes on One Hundred Colored Children of the New York Colored Orphan Asylum. — Wynkoop Hàllenbux Crawford Co, Printers, New York and Albany, anno ?.... vattel a pesca !... 1898 ? v. fig 4ª, pag. 20.

(3) V. Della Porta G. B. Napolitano. Della fisionomia dell' huomo. Venetia 1644, pag. 231.

(4) V. Hyrtl G. Manuale di Anatomia topografica, trad. da Bonomo. Vol. I, pag. 36. Napoli 1870,

(5) Ferè Ch. Les stigmates tératologiques de la dégénérascence chez les sourdsamuets Journ. de l' Anat. et dé la Phys. pag. 366, 1896.

(6) Roncoroni cit. da Perusini.

(7) Battistelli L. Il sistema pilifero nei normali e nei degenerati. Arch. di psichiatria ecc. — Torino 1900.

(8) Reggiani A. Valore del doppio vortice del capillizio quale segno degenerativo considerato che sia nell' infanzia. Rivista di Clinica Pediatrica. Vol. II, pag. 235. Firenze 1904.

e soprannumerari nelle varie categorie di persone - distinte in normali, degenerate, delinquenti ed alienate -, e n'è stata ricercata la genesi. Da questo studio risulta in tesi generale: che i vortici ectopici e soprannumerari sono molto più frequenti nei degenerati che nei normali, col massimo negli epilettici, nei quali p. es. il vortice soprannumerario ha raggiunto il 17 (Battistelli) fino al 22 per cento (Roncoroni) (1). In quanto alle analogie che queste forme di deviata direzione del capillizio possono avere con qualche classe d'animali, debbo tosto dire, che nelle scimmie non ho trovato alcun accenno, essendo i peli tutti rivolti dall'avanti all'indietro (con breve scriminatura mediana nello chimpanzè) e senza alcuna o quasi alcuna traccia di vortici. E così pure in molti altri animali i peli sono diretti dall'avanti all'indietro, senza accenno di deviazione alcuna. Un certo cambiamento nella direzione dei peli l'ho notato nel capo degli animali cornuti prima anche dello spuntar delle corna - ad es. nel *cervus axis* (daino) - nel quale infatti si vede, che i peli della faccia, quando arrivano alle bozze frontali, sono arrestati da correnti pelose inverse, che in forma vorticosa, originano nei pressi delle orecchie e si dirigono all'innanzi e all'interno; e dall'incontro delle inverse correnti nasce poi una specie di cresta pelosa, che in ciascun lato si porta dalla bozza frontale, con convessità anteriore, verso l'interno e l'indietro, costeggiando il piano sagittale. Ed ho potuto notare, che la sede di quella determinata conformazione a vortice delle due correnti corrisponde al luogo dove poscia spunteranno le corna; cosicchè esse rappresenterebbero una specie di contrassegno della sede del futuro lavoro di produzione di quelle determinate appendici.

Naturalmente io non voglio stabilire una precisa *analogia* fra' vortici frontali dell'uomo e quelli notati negli animali provvisti di corna; però tale analogia pare che la riconoscessero di fatto i genitori di un ragazzetto, che operai di vegetazioni adenoidi, perchè chiamavano *cornini* due ciocche di capelli con direzione invertita a ventaglio, che il loro figliuoletto aveva nei due terzi esterni della linea d'impianto frontale!

Ma più che nel daino ed in altri animali cornuti, è nella zebra (*ippotigris zebra*), che si vede qualche cosa, che più si avvicina alle anomalie suddette. In quest'animale infatti i peli della parte anteriore della fronte si dirigono in basso ed in avanti, quelli della direzione occipitale all'indietro, e quelli invece delle regioni temporo-parieto-frontali son disposti a vortici, uno per lato, destrorso a destra e sinistrorso a sinistra, i quali poi vengono ad incontrarsi nella parte mediana del capo, costituendosi una specie di cresta pelosa.

Quanto alla genesi dei vortici, *Eschricht* (2) crede, che essi stiano in qualche rapporto colle parti, che nello sviluppo embrionale si formano per ultimo. Ed il Ferè, svolgendo meglio questo concetto, ritiene, che il vortice cefalico ed il coccigeo (quando esiste), si sviluppano là dove per ultimo avviene la chiusura della doccia dorsale dell'embrione, ossia nelle sue due estremità, cefalica e caudale, e dove per conseguenza più facili sono

---

(1) Reggiani su 3000 fanciulli di sesso maschile esaminati nelle scuole di Bologna ha trovato il doppio vortice nel rapporto del 12, 25 %; nelle femmine. del 7, 67 %.

(2) Eschricht. Ueber die Richtung der Haare aus menschlichen Körper. Muller's Archiv für Anat. u. Hnss. pag. 37. 1837.

le anomalie di ossificazione. Ed a proposito dell' eterotopia e dello sdoppiamento del vortice dei capelli, egli si esprime proprio così: « La persistance d' une lacune à l' extremitè de la gouttière permet de comprendre l' irrégularitè de la fermeture, qui suivant la prèdominance latérale ou distale du bourgeonnement peut être déviée à droite ou à gauche ou dédoublèe. Les tourbillons erratiques situés plus ou moins loin du vertex, dans la region frontale par exemple peuvent s' expliquer par un même mecanisme » (1).

In base quindi a questa veduta, i 4 vortici nel caso mio possono essere facilmente spiegati, mettendoli in rapporto collo sviluppo tardivo ed anormale delle regioni bregmatica e stefanica sinistra, per gli anteriori, e della regione degli asterion, per i posteriori. Ed alla stessa guisa dei vortici frontali, può essere agevolmente interpretata anche la genesi della invertita direzione parziale dei capelli sulla fronte superiormente descritta (2), ammettendo col Perusini, che essa rappesenti un vortice incompleto, una specie di semivortice, di cui sarebbesi sviluppata soltanto la parte posteriore, mentre l' anteriore sarebbe rappresentata da semplice peluria; e così si spiegherebbe anche il fatto, già notato, del trovarsi la linea d' impianto dei capelli in questo luogo d' ordinario più o meno all' indietro del piano frontale della zona omonima dell' altro lato. In quanto poi alla inversione totale - seguendo le idee del Voigt (3) sulla genesi dei vortici convergenti, - dobbiamo ammettere, che i peli dell' embrione, i quali sono diretti verticalmente sulla cute, siano stati deviati verso il bregma e verso gli asterion da un accrescimento (quasi come rattrappimento) della cute del capillizio in quelle direzioni, donde poi la formazione dei bellissimi vortici convergenti, che vi abbiamo notati.

In conclusione, abbiamo due forme di deviata direzione dei capelli: quella detta *invertita* (D' Ajutolo), e l' altra dei *vortici ectopici e soprannumerari*.

L' invertita direzione è parziale o totale. La prima si osserva sulla fronte ed è frequente; la seconda invece rarissima, talchè se ne ha un esempio solo, associato a 4 vortici (D' Aiutolo). Ordinariamente l' invertita direzione si riscontra in persone con caratteri degenerativi; spesso è ereditaria o coesistente con vegetazioni adenoidi (D' Ajutolo), più frequente nei maschi che nelle femmine.

I *vortici ectopici*, o deviati all' esterno dell' obelion oltre i 4 centimetri (Battistelli), solo eccezionalmente trovansi a breve distanza dall' orecchio (Ferè), e sono più frequenti negli idioti e negli epilettici che nei normali.

I *vortici soprannumerari* possono essere in numero d' *uno*, di *due* (Ferè, Ronconi, Hrdlicka, Perusini) e persino di *tre*, in modo da aversi complessivamente 4 vortici nello stesso individuo (D' Ajutolo). Quando sono complessivamente in n.° di tre,

(1) Ferè. Op. cit. pag. 196. 1897.

(2) Per alcune anomalie di sviluppo nell' osso frontale V. Frassetto Fabio: Sur les Fontanelles du crane chez l' homme, les primates et les mammifères en général. Compt. Rendus du Congrès International d' Anthropologie et d' Archéologie préhistoriques. XII^{e} Session, pag. 466. Paris 1900.

(3) Voigt. Memoria dell'Accademia Imperiale (di Vienna?), v. 13. 1827. Cit. da Hyrtl G. Istituzione di Anat. dell' uomo, Trad. ed annotata da Antonelli, pag. 403. Napoli 1871.

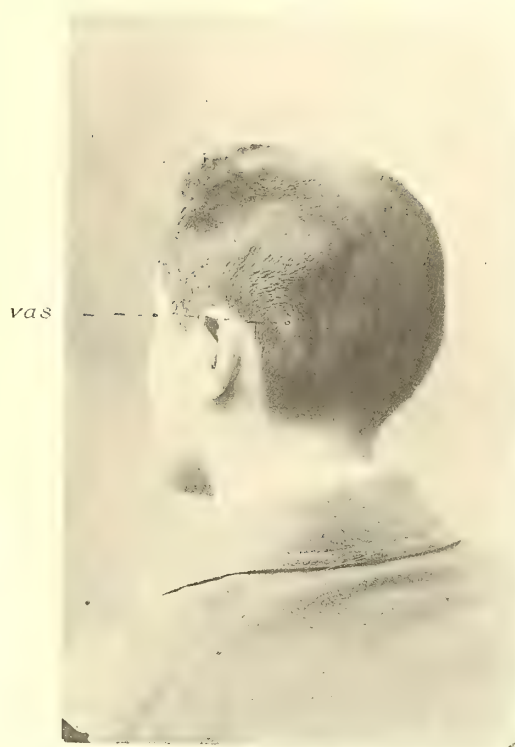
essi possono trovarsi: o tutti sul vertice del capo (Ferè, Hrdlicka, Perusini), o due alla fronte ed uno all' obelion (Hrdlicka), o due all' obelion ed uno alla fronte (Perusini). Nel caso di quattro vortici (D' Ajutolo) essi avevan sede: uno al bregma, uno allo stephanion (sinistro) uno all' asterion destro ed uno all' asterion sinistro. I vortici soprannumerari sono anch' essi molto più frequenti nelle persone, che hanno stigmate degenerative, e, quello che è pure importante, non trovano alcun riscontro nelle scimmie, e solo qualche analogia con alcuni animali cornuti e con la zebra.

Fig. II.

Fig. III.

Fig. I.

Fig. IV.

Bologna – Stab. Fototipico F. Casanova e figlio

OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE
FATTE DURANTE L'ANNO 1905
NELL' OSSERVATORIO DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

MEMORIA

DEL

PROF. MICHELE RAJNA

E DEGLI ASTRONOMI AGGIUNTI

RINALDO PIRAZZOLI e ALBERTO MASINI

(letta nell' adunanza del 29 aprile 1906).

Metodo di osservazione.

Le osservazioni di cui qui si presentano i risultati sono quelle delle ore 9, 15 e 21 di ciascun giorno, prescritte dal R. Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica. Non si riportano, invece, i risultati dell' altra osservazione che si fa ogni mattina alle ore 7 dal 1° aprile al 30 settembre e alle ore 8 dal 1° ottobre al 31 marzo e che serve per il telegramma da spedirsi al predetto Ufficio.

L' altezza barometrica si legge sempre a un barometro Fortin, cui si applica la correzione costante $+ 0^{mm}, 46$, determinata anni addietro per cura dell' Ufficio centrale. Il pozzetto del barometro si trova a $83^{m}, 8$ di altitudine sul livello del mare (1).

La temperatura dell' aria si legge sul termometro asciutto del psicrometro di August, posto nella gabbia meteorica, e le temperature estreme su termometri a massima e a minima, collocati anche questi nell' istessa gabbia, al nord e all' ombra. I termometri si trovano a quasi 39 metri di altezza sul suolo, od a 91 metri di altezza sul livello del mare.

La quantità delle precipitazioni si ottiene in millimetri di acqua mediante il pluviometro registratore di Fuess, provvisto di un sistema di riscaldamento ad immersione per ottenere la fusione della neve. A questo sistema di riscaldamento è innestato un termometro il quale permette di verificare che il liquido riscaldato non raggiunga una temperatura troppo elevata, da alterare, per evaporazione, la quantità di acqua caduta. Il plu-

---

(1) Da misure dirette prese nell' anno 1904 risulta che il pozzetto del barometro si trova a $28^{m}, 76$ di altezza sul caposaldo della livellazione di precisione situato alla base della torre dell' Osservatorio, sulla facciata esposta a sud-ovest. Dietro cortese comunicazione dell' Istituto geografico militare, tale caposaldo ha la quota di $55^{m}, 066$ sopra il livello medio del mare a Genova. Quindi il pozzetto del barometro ha l' altitudine di $55^{m}, 07 + 28^{m}, 76 = 83^{m}, 83$.

viometro è collocato nel punto più elevato della torre, a un' altezza di 49 metri sul suolo o di 101 metri sul livello del mare.

La tensione del vapor acqueo e l' umidità relativa si determinano con un psicrometro di August provvisto di ventilatore a palette, del solito modello adottato in Italia.

L' apprezzamento della nebulosità si fa stimando ad occhio, in ciascuna osservazione, quanti decimi di cielo sono ricoperti dalle nubi.

La provenienza del vento si desume dalla direzione della banderuola dell' anemometro all' atto dell' osservazione. Per la velocità si prende la media giornaliera dei chilometri indicati dall' anemometro di Fuess a registrazione elettrica.

L' evaporazione dell' acqua si misura ogni giorno alla sola osservazione delle ore 15 nell' evaporimetro posto nella gabbia meteorica e quindi protetto dai raggi solari e dalle precipitazioni.

Il pluviometro e l' anemometro di cui è fatto cenno furono collocati per cura del prof. Bernardo Dessau nel tempo in cui egli diresse interinalmente l' Osservatorio (1900-03); a lui si deve pure l' acquisto di tre strumenti registratori di Richard, un barografo, un termografo e un igrografo, i quali con le loro registrazioni continue servono di controllo alle osservazioni dirette.

Riassunto dei quadri mensili.

Barometro

La massima pressione atmosferica raggiunta fu di $771^{mm},4$ il giorno 23 gennaio, la minima fu di $732^{mm},9$ il 14 novembre, cosicchè l' intera escursione barometrica riuscì di $38^{mm},5$. Varie altre oscillazioni secondarie si verificarono nel corso dell' annata, fra le quali tiene il primo posto, per il breve intervallo nel quale avvenne, quella fra il 14 e il 18 novembre ove da $732^{mm},9$ si salì a $761^{mm},9$. Nel mese di novembre, corrispondentemente alla maggiore depressione e alle continue oscillazioni barometriche, il cielo si mostrò quasi sempre ricoperto di nubi e piovoso. La pressione media di tutto l' anno risultò di $754^{mm},8$ e da questa si allontanarono maggiormente le medie di gennaio e di dicembre, nei quali mesi si verificarono le più alte pressioni.

Temperatura

L' intera escursione del termometro fu di 42°, 1, compresa fra la minima temperatura di — 7°, 5 raggiunta il 16 gennaio e la massima di 34°, 6 il 3 luglio. La media dell' anno risultò di 12°, 8. L' andamento della temperatura nei singoli mesi fu abbastanza regolare, se si eccettua il mese di ottobre che riuscì abbastanza freddo, con discesa piuttosto brusca dalle temperature ancora elevate di settembre. Il mese di gennaio, nel complesso alquanto

rigido, ebbe tre periodi di maggiore rincrudimento, sul principio, metà e fine. Il caldo del mese di luglio, sebbene non abbia toccato limiti eccezionali, riuscì per altro fastidioso e nocivo alla salute per la sua continuità e pei vapori caliginosi che persistevano nell' aria.

Precipitazioni

La quantità totale di acqua caduta fu $727^{mm},1$ in 113 giorni. Fra questi sono compresi i giorni di neve, la quale cadde nel solo mese di gennaio nei giorni 17 (altezza 9^{cm}), 18 (alt. 18^{cm}), 19 (alt. 11^{cm}) e 20 (alt. 12^{cm}). I mesi più piovosi furono novembre ($157^{mm},1$ in venti giorni); ottobre ($121^{mm},7$ in dodici giorni) e marzo ($102^{mm},8$ in quattordici giorni): il meno piovoso fu il dicembre con soli $7^{mm},6$. Negli altri mesi la pioggia risultò in generale regolarmente distribuita.

Tensione del vapor acqueo

La media tensione annua è stata di $8^{mm},3$. La maggiore media mensile si raggiunse in luglio con $14^{mm},6$; nello stesso mese si ebbe pure la più alta tensione di tutto l' anno, cioè $21^{mm},3$ nel giorno 1. La minima media mensile fu quella di $3^{mm},3$ in gennaio; e pure in gennaio, il giorno 14 segnò, con $0^{mm},5$, la minima tensione dell' intero anno.

Umidità relativa

I mesi di maggiore umidità relativa furono novembre e dicembre con una media rispettiva di 83 centesimi e di 82 centesimi. Gli altri mesi risultarono da questi alquanto discosti, aggirandosi intorno alla media dell' anno che fu di 68 centesimi.

Nebulosità

Secondo le norme meteorologiche si considerano sereni quei giorni nei quali la somma della nebulosità delle tre osservazioni giornaliere è compresa fra 0 e 3; misti quando la detta somma varia da 4 a 26; coperti quando va da 27 a 30. L' intero numero dei giorni sereni fu 91, quello dei misti 193, quello dei coperti 81. Il maggior numero dei giorni sereni si ebbe nel mese di luglio, e fu di 15; pure di 15 fu il maggior numero di giorni di cielo coperto in un mese e si raggiunse in dicembre.

Provenienza e velocità dei venti

Il vento dominante è stato quello di ponente che si è osservato 266 volte da solo, più 253 volte in composizione col nord ed altre 151 volte in composizione col sud. Le altre provenienze si sono notate un numero di volte di gran lunga inferiore e fra esse la meno frequente fu quella di levante che si osservò sole 28 volte.

La velocità media del vento nell' anno fu di km. 8; intorno a questa, allontanandosi di poco, si aggirarono le medie orarie dei singoli mesi. La media oraria dei diversi giorni toccò il massimo di 25 km. nei giorni 6 e 9 aprile e 3 maggio. Degno di nota fu il violentissimo uragano del 23 giugno durante il quale si calcola che la velocità oraria del vento abbia raggiunto e sorpassato i cento chilometri.

Evaporazione

La totale quantità di acqua evaporata fu di 1137^{mm}, 4; la media giornaliera di 3^{mm}, 1. I mesi di maggior evaporazione furono luglio e agosto, rispettivamente con 191^{mm}, 7 e 194^{mm}, 2 di acqua evaporata; gli stessi due mesi si segnalarono per elevate temperature e per numero di giorni sereni.

QUADRI NUMERICI

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^{m}, 8)

Giorni del mese	GENNAIO 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min. 9h, 21h		
	mm	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	750, 0	753, 6	757, 4	753, 7	— 0, 3	— 0, 9	— 3, 3	3, 3	— 3, 3	— 0, 9		
2	760, 1	760, 4	761, 1	760, 5	— 5, 2	— 3, 8	— 4, 0	— 3, 3	— 6, 8	— 4, 8		
3	762, 0	762, 0	762, 4	762, 1	— 5, 8	— 4, 0	— 3, 6	— 3, 6	— 6, 9	— 5, 0		
4	761, 0	759, 5	759, 9	760, 1	— 4, 2	— 2, 4	— 3, 1	— 2, 0	— 6, 1	— 3, 9		
5	758, 2	756, 4	755, 3	756, 6	— 3, 1	— 0, 1	— 2, 4	0, 2	— 4, 1	— 2, 4		
6	752, 0	750, 8	748, 6	750, 5	— 2, 3	0, 9	0, 8	1, 5	— 3, 2	— 0, 8		
7	742, 9	745, 3	754, 0	747, 4	4, 6	11, 7	6, 5	12, 6	— 0, 3	5, 9		
8	762, 6	765, 9	767, 8	765, 4	6, 8	9, 6	5, 7	10, 8	4, 7	7, 0		
9	767, 8	765, 4	762, 6	765, 3	4, 4	8, 0	5, 5	8, 3	3, 4	5, 4		
10	754, 3	757, 7	760, 9	757, 6	— 0, 4	4, 4	5, 7	6, 3	— 0, 4	2, 8		
11	764, 8	764, 4	764, 1	764, 4	2, 6	6, 2	3, 3	6, 5	1, 7	3, 5		
12	761, 7	759, 3	758, 1	759, 7	1, 6	5, 8	4, 3	5, 8	1, 0	3, 2		
13	759, 9	760, 4	760, 2	760, 2	— 0, 6	8, 4	5, 1	8, 6	— 1, 3	3, 0		
14	760, 6	759, 6	760, 9	760, 4	3, 1	7, 8	1, 2	8, 0	1, 2	3, 4		
15	760, 8	759, 4	761, 1	760, 4	— 3, 4	— 0, 9	— 3, 4	1, 2	— 3, 4	— 2, 3		
16	763, 3	762, 6	762, 0	762, 6	— 6, 8	— 2, 9	— 3, 5	— 2, 6	— 7, 5	— 5, 1		
17	758, 4	755, 1	750, 8	754, 8	— 4, 6	— 4, 0	— 4, 2	— 3, 3	— 5, 4	— 4, 4	3, 4	neve
18	746, 7	746, 8	747, 4	747, 0	— 3, 4	— 0, 2	0, 0	0, 0	— 4, 5	— 2, 0	13, 0	neve
19	751, 9	754, 5	756, 6	754, 3	0, 4	0, 5	0, 2	0, 6	— 0, 1	0, 3	5, 9	neve e pioggia
20	760, 3	761, 2	762, 3	761, 3	0, 4	0, 6	0, 6	0, 8	0, 1	0, 5	8, 5	neve e pioggia
21	763, 2	763, 3	764, 1	763, 5	0, 5	1, 6	1, 5	1, 8	0, 2	1, 0		
22	766, 3	767, 2	768, 7	767, 4	0, 2	2, 2	1, 3	2, 5	— 0, 3	0, 9		
23	771, 2	770, 0	771, 4	770, 9	— 1, 3	0, 6	— 1, 1	1, 3	— 2, 0	— 0, 8		
24	770, 6	769, 3	769, 0	769, 6	— 5, 8	— 0, 7	— 2, 0	— 0, 6	— 5, 8	— 3, 6		
25	768, 2	766, 6	766, 0	766, 9	— 2, 1	0, 2	— 1, 0	0, 4	— 5, 5	— 2, 1		
26	760, 1	759, 6	763, 3	761, 0	— 1, 2	0, 6	0, 4	1, 4	— 2, 0	— 0, 4		
27	765, 1	765, 1	766, 7	765, 6	— 4, 0	0, 9	— 1, 2	1, 5	— 4, 7	— 2, 1		
28	769, 5	769, 1	771, 2	769, 9	— 3, 2	— 1, 5	— 1, 9	0, 0	— 4, 5	— 2, 4		
29	770, 7	769, 2	767, 0	769, 0	— 1, 6	0, 7	— 0, 4	1, 6	— 5, 0	— 1, 4		
30	764, 7	763, 1	762, 7	763, 5	— 1, 1	1, 2	— 1, 8	1, 4	— 2, 9	— 1, 1		
31	760, 8	758, 4	760, 5	759, 9	— 1, 4	1, 5	0, 1	2, 0	— 3, 5	— 0, 7		
	761, 0	760, 7	761, 4	761, 0	— 1, 3	1, 7	0, 2	2, 4	— 2, 5	— 0, 3	30, 8	

Altezza barometrica massima	771, 4	g.	23	Temperatura massima	12°, 6	g.	7
» » minima	742, 9	»	7	» minima	— 7, 5	»	16
» » media	761, 0			» media	— 0, 3		

Nebbia nei giorni 5, 6, 10, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31.
Brina nei giorni 2, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	GENNAIO 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale														Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento				
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm
1	2, 2	2, 1	2, 1	2, 1	50	49	59	53	3	4	7	N	N	NE	12	1, 8
2	1, 8	2, 4	1, 9	2, 0	59	68	55	61	7	10	10	NE	N	NE	15	gelato
3	2, 8	3, 2	2, 2	2, 7	95	95	62	84	8	8	5	NW	W	W	10	gelato
4	2, 3	2, 6	2, 5	2, 5	70	71	69	70	5	5	0	SW	?	W	5	gelato
5	2, 9	3, 2	3, 1	3, 1	80	70	81	77	5	8	0	?	W	NW	3	gelato
6	3, 1	4, 0	4, 0	3, 7	81	81	81	81	9	6	7	W	W	W	4	gelato
7	3, 8	4, 1	3, 7	3, 9	59	40	51	50	2	0	0	W	W	NW	9	7, 0 (1)
8	1, 9	2, 2	3, 2	2, 4	25	24	46	32	0	0	0	W	SE	SW	13	5, 1
9	2, 4	3, 3	4, 0	3, 2	38	41	59	46	0	0	0	SW	?	W	6	2, 7
10	3, 8	3, 6	3, 4	3, 6	85	57	49	64	10	1	0	W	W	W	5	1, 7
11	3, 4	4, 1	3, 6	3, 7	62	57	61	60	0	0	0	NW	W	W	4	2, 9
12	2, 8	3, 6	3, 9	3, 4	54	52	63	56	0	0	3	SW	?	SW	4	1, 8
13	3, 6	2, 7	2, 7	3, 0	80	32	41	51	0	0	0	SE	NW	NW	8	1, 8
14	2, 5	0, 5	3, 3	2, 1	43	7	65	38	0	0	0	W	NW	NW	15	3, 9
15	2, 0	2, 9	1, 9	2, 3	56	67	54	59	0	2	2	N	N	NW	18	gelato
16	2, 0	2, 7	2, 9	2, 5	73	72	82	76	0	6	3	W	W	?	2	gelato
17	2, 8	2, 9	3, 2	3, 0	86	86	95	89	10	10	10	SE	W	W	4	gelato
18	3, 6	4, 2	4, 4	4, 1	100	92	96	96	10	10	10	W	W	NW	14	gelato
19	4, 7	4, 6	4, 6	4, 6	100	96	98	98	10	10	10	NW	W	NW	8	4, 7 (1)
20	4, 6	4, 7	4, 6	4, 6	98	98	96	97	10	10	10	W	NW	W	5	0, 1
21	4, 6	4, 4	4, 3	4, 4	96	85	83	88	10	10	4	W	W	NW	4	0, 2
22	4, 3	3, 3	3, 7	3, 8	93	60	74	76	1	9	6	SW	?	?	4	1, 0
23	3, 1	3, 1	3, 4	3, 2	74	64	81	73	0	0	0	W	W	W	4	gelato
24	2, 6	3, 4	3, 2	3, 1	90	79	81	83	0	0	0	?	?	?	1	gelato
25	3, 2	3, 2	3, 4	3, 3	81	69	78	76	0	1	0	SW	?	?	0	gelato
26	3, 6	3, 7	4, 0	3, 8	86	67	85	79	0	10	0	?	NW	W	1	gelato
27	3, 1	2, 6	3, 1	2, 9	91	53	73	72	0	0	0	NW	NW	?	8	gelato
28	2, 8	2, 9	3, 2	3, 0	78	70	79	76	0	0	0	?	NW	?	3	gelato
29	2, 8	3, 9	3, 5	3, 4	68	80	75	74	2	7	0	W	W	W	6	gelato
30	3, 0	4, 2	3, 8	3, 7	71	83	94	83	3	5	0	?	W	W	3	gelato
31	3, 6	3, 8	3, 7	3, 7	88	74	80	81	3	2	0	SW	NW	W	5	8, 2 (1)
	3, 1	3, 3	3, 4	3, 3	75	66	72	71	3	4	2				7	1, 4

Tens. del vapor acq mass. 4, 7 mm g. 19 e 20
» » » » min. 0, 5 » 14
» » » » media 3, 3

Umidità relativa mass. 100 g. 18 e 19
» » min 7 » 14
» » media 71

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
5	3	0	3	0	8	38	19

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
3

(1) Comprende anche l' evaporazione dei giorni precedenti in cui l' evaporimetro era gelato.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

FEBBRAIO 1905 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	761, 1	759, 9	759, 9	760, 3	4, 0	5, 6	3, 3	6, 0	- 0, 6	3, 2		
2	759, 8	757, 5	756, 5	757, 9	— 3, 0	1, 8	2, 3	3, 9	— 3, 0	0, 1		
3	756, 3	756, 9	761, 6	758, 3	— 3, 0	4, 5	4, 2	4, 8	- 4, 8	0, 3		
4	764, 1	763, 6	763, 9	763, 9	4, 2	7, 5	6, 5	8, 1	1, 6	5, 1		
5	763, 8	762, 7	763, 9	763, 5	5, 8	7, 3	4, 8	7, 5	4, 8	5, 7		
6	769, 0	768, 9	768, 8	768, 9	1, 7	3, 6	2, 3	5, 2	0, 0	2, 3		
7	766, 3	764, 6	764, 3	765, 1	3, 5	5, 4	3, 8	5, 9	1, 7	3, 7		
8	763, 2	763, 6	764, 6	763, 8	2, 5	5, 0	3, 5	5, 2	1, 0	3, 1		
9	766, 4	766, 7	767, 6	766, 9	1, 4	4, 2	1, 8	4, 4	— 0, 1	1, 9		
10	767, 8	766, 1	765, 1	766, 3	0. 8	2, 9	1, 6	3, 1	— 0, 1	1, 4		
11	761, 6	758, 7	758, 4	759, 6	— 0, 8	2, 0	0, 8	2, 5	— 2, 3	0, 1		
12	755, 4	756, 3	759, 4	757, 0	— 0, 2	2, 6	1, 2	3, 2	— 1, 3	0, 7		
13	761, 4	761, 1	762, 4	761, 6	— 4, 2	2, 9	0, 8	3, 3	— 4, 6	— 1, 2		
14	764, 4	761, 8	761, 9	762, 7	— 1, 0	0, 6	— 1, 4	0, 9	— 3, 0	— 1, 1		
15	760, 9	760. 8	762, 9	761, 5	— 1, 0	2, 2	0, 4	2, 7	— 3, 3	— 0, 3		
16	765, 8	765, 1	765, 2	765. 4	— 0 3	4, 2	2, 0	4, 6	— 1, 7	1, 2		
17	762, 8	760, 8	760, 1	761, 2	0, 0	3, 2	1, 6	4, 1	— 1, 3	1, 1		
18	760, 8	760, 7	761, 3	760, 9	0, 8	4, 2	3, 3	4, 5	— 0, 7	2, 0		
19	757, 0	754, 2	752, 5	754, 6	3, 8	5, 0	3, 7	5, 3	1. 8	3, 7		
20	746, 1	743. 6	744, 8	744, 8	0 5	0, 8	1, 7	6, 5	0, 5	2, 3	4, 9	pioggia e neve
21	749. 5	750. 8	750, 7	750, 3	2, 0	3, 6	3, 4	3, 9	0, 5	2, 5	4, 6	pioggia
22	749, 8	750, 7	749, 8	750, 1	1, 6	3, 2	2, 7	3, 6	1, 4	2, 3	13, 8	pioggia
23	753, 4	753, 0	754, 8	753, 7	0, 4	2, 7	1, 5	4, 6	0, 0	1, 6	1, 5	pioggia
24	756. 5	757. 1	757, 8	757, 1	2, 3	3, 1	2, 7	3, 6	1, 3	2, 5		
25	756, 0	753, 0	750, 3	753, 1	3 1	3, 6	2, 5	4, 6	2, 2	3, 1	12, 9	pioggia
26	749, 1	749, 2	750, 0	749, 4	3, 7	3, 4	3, 4	3, 8	2, 2	3, 3	28, 3	pioggia
27	749, 2	747. 1	745, 3	747, 2	4, 3	9, 8	7, 8	10, 2	2, 5	6, 2		
28	743, 2	743. 8	744, 9	744, 0	2. 8	4, 0	4, 6	7, 8	2, 8	4, 5		
	758, 6	757. 8	758, 2	758, 2	1, 3	3, 9	2, 7	4, 8	— 0, 1	2, 2	63, 0	

Altezza barometrica massima 769, 0 g 6
» » minima 743, 2 » 28
» » media 758, 2

Temperatura massima 10°, 2 g. 27
» minima — 4, 8 » 3
» media 2, 2

Nebbia nei giorni 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28.
Brina nel giorno 11.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

FEBBRAIO 1905 - Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	2,3	3,0	3,2	2,8	38	44	55	46	1	0	0	SW	?	W	8	1,6
2	3,0	3,5	3,0	3,2	80	67	56	68	0	0	0	?	?	E	2	gelato
3	4,1	4,0	2,7	3,6	89	63	43	65	2	0	0	W	W	W	5	gelato
4	2,2	1,8	2,2	2,1	34	23	31	29	0	0	0	W	W	W	13	4,3 (1)
5	4,4	4,4	4,9	4,6	64	58	76	66	2	0	0	W	W	NW	9	2,9
6	4,3	4,4	4,2	4,3	84	73	77	78	0	0	0	?	W	W	4	0,9
7	4,2	4,3	4,3	4,3	71	63	71	68	0	0	0	W	NW	W	5	1,6
8	4,2	4,0	4,2	4,1	77	61	71	70	0	3	0	W	W	W	3	0,8
9	4,2	3,8	4,1	4,0	83	61	79	74	5	5	3	W	W	W	3	1,6
10	3,5	3,3	3,7	3,5	72	59	71	67	1	0	0	W	W	NW	6	1,7
11	3,4	3,4	3,8	3,5	78	64	79	74	0	0	0	?	W	W	2	gelato
12	3,5	3,4	3,6	3,5	76	62	72	70	0	3	0	W	NW	W	4	gelato
13	2,7	2,8	2,5	2,7	81	50	51	61	1	0	0	NW	W	W	8	gelato
14	3,6	2,3	2,8	2,9	62	47	66	58	0	0	0	W	NW	SW	4	gelato
15	2,3	3,3	3,5	3,0	54	60	73	62	0	5	6	W	NE	NE	3	gelato
16	3,1	2,9	3,4	3,1	68	46	64	59	6	0	0	W	NW	W	4	gelato
17	3,1	3,3	3,7	3,4	67	56	71	65	0	1	0	W	W	W	6	gelato
18	3,5	3,4	3,4	3,4	72	55	58	62	7	2	0	W	NW	NW	10	10,9 (1)
19	2,7	3,1	3,4	3,1	45	48	57	50	2	8	10	SW	N	SE	12	2,1
20	4,7	4,6	4,5	4,6	98	94	87	93	10	10	10	W	W	NW	16	0,5
21	4,9	5,5	5,7	5,4	93	93	97	94	10	10	10	W	W	N	7	0,2
22	4,8	5,2	4,8	4,9	93	90	86	90	8	10	3	NE	W	W	8	0,8
23	4,6	5,3	4,8	4,9	98	95	94	96	10	10	10	SE	NW	W	(*)	0,3
24	5,3	5,4	5,1	5,3	98	95	91	95	10	10	10	W	W	NW	(*)	0,4
25	5,4	5,5	5,0	5,3	95	93	91	93	10	10	10	W	SW	W	(*)	0,7
26	5,6	5,5	5,7	5,6	93	93	97	94	10	10	10	W	W	W	(*)	0,4
27	5,1	5,6	4,1	4,9	82	62	64	69	5	4	10	SE	NW	NW	(*)	0,5
28	5,2	5,7	5,5	5,5	93	93	87	91	10	10	10	W	W	W	11	1,3
	3,9	4,0	4,0	4,0	76	67	72	72	4	4	4				7	1,2

Tens. del vapor acq. mass. 5,7 mm g. 21, 26 e 28
» » » » min. 1,8 » 4
» » » » media 4,0

Umidità relativa mass. 98 g. 20, 23 e 24
» » min. 23 » 4
» » media 72

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
2	3	1	3	0	4	52	14

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
4

(*) L' anemometro non funzionava e dovette essere riparato. La velocità media è desunta dai giorni in cui ha funzionato.
(1) Comprende anche l' evaporazione dei giorni precedenti in cui l' evaporimetro era gelato.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

MARZO 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	745, 8	743, 4	740, 2	743, 1	4, 0	7, 4	6, 9	8, 9	3, 2	5, 8	2, 0	pioggia
2	742, 1	743, 3	745, 6	743, 7	9, 0	11, 4	5, 8	12, 2	5, 8	8, 2	2, 7	pioggia
3	746, 2	746, 8	747, 6	746, 9	4, 3	5, 2	5, 0	5, 8	3, 8	4, 7	10, 0	pioggia
4	744, 9	746, 2	751, 3	747, 5	3, 7	3, 6	4, 8	5, 3	2, 8	4, 2	17, 5	pioggia
5	752, 3	751, 7	752, 9	752, 3	4, 4	8, 1	7, 3	8, 2	3, 7	5, 9	8, 4	pioggia
6	754, 7	753, 7	754, 0	754, 1	6, 9	11, 0	8, 0	11, 4	5, 3	7, 9		
7	754, 2	752, 7	753, 5	753, 5	5, 6	10, 4	7, 7	10, 7	4, 7	7, 2		
8	750, 7	750, 9	754, 1	751, 9	6, 4	8, 7	7, 9	10, 0	5, 4	7, 4		
9	759, 5	758, 3	758, 0	758, 6	7, 6	11, 4	8, 5	11, 8	5, 5	8, 4		
10	755, 7	752, 5	756, 4	754, 9	7, 4	12, 6	5, 0	12, 9	5, 0	7, 6	1, 6	pioggia
11	759, 1	759, 1	759, 2	759, 1	4, 2	7, 5	6, 6	8, 0	3, 2	5, 5		
12	757, 5	756, 2	755, 2	756, 3	5, 6	8, 4	7, 5	9, 0	4, 8	6, 7		
13	752, 3	752, 6	753, 4	752, 8	6, 6	8, 2	7, 7	8, 8	5, 6	7, 2		
14	753, 4	750, 4	750, 5	751, 4	7, 4	11, 6	7, 4	12, 0	5, 3	8, 0	0, 8	pioggia
15	754, 0	751, 3	751, 0	752, 1	7, 6	13, 6	10, 2	14, 0	5, 2	9, 3	1, 8	pioggia
16	748, 3	745, 9	745, 8	746, 7	9, 8	11, 2	8, 7	11, 4	8, 1	9, 5	5, 4	pioggia
17	747, 9	748, 7	750, 5	749, 0	8, 9	13, 5	11, 7	14, 0	7, 6	10, 6		
18	753, 3	752, 1	752, 2	752, 5	9, 6	13, 5	11, 6	13, 6	8, 3	10, 8		
19	753, 9	753, 7	754, 8	754, 1	10, 6	15, 0	11, 9	15, 3	9, 7	11, 9		
20	755, 2	753, 9	754, 8	754, 6	11, 1	15, 6	9, 5	17, 0	8, 8	11, 6		
21	754, 9	754, 0	755, 1	754, 7	8, 4	13, 0	9, 8	13, 2	4, 9	9, 1		
22	756, 9	755, 9	756, 2	756, 3	9, 2	11, 8	9, 9	11, 9	8, 1	9, 8		
23	754, 4	752, 8	752, 6	753, 3	9, 1	8, 8	7, 0	9, 9	7, 0	8, 3	9, 0	pioggia
24	750, 3	748, 7	749, 0	749, 3	7, 9	12, 0	9, 0	13, 1	6, 6	9, 2	6, 2	pioggia
25	753, 1	753, 3	754, 4	753, 6	8, 3	12, 6	9, 2	13, 4	6, 7	9, 4		
26	754, 6	753, 5	754, 6	754, 2	9, 6	15, 2	11, 6	15, 5	7, 6	11, 1		
27	757, 5	756, 5	755, 7	756, 6	11, 3	15, 2	12, 2	15, 7	9, 7	12, 2		
28	753, 0	752, 4	755, 7	753, 7	11, 5	14, 6	12, 4	16, 3	10, 9	12, 8		
29	760, 2	759, 0	759, 4	759, 5	11, 2	15, 5	11, 4	16, 2	7, 1	11, 5		
30	760, 3	759, 1	759, 4	759, 6	12, 6	17, 1	13, 1	17, 7	10, 4	13, 5		
31	758, 3	756, 6	756, 8	757, 2	13, 6	19, 0	15, 3	19, 4	11, 3	14, 9		
	753, 4	752, 4	753, 2	753, 0	8, 2	11, 7	9, 1	12, 3	6, 5	9, 0	65, 4	

Altezza barometrica massima 760, 3 g. 30
» » minima 740, 2 » 1
» » media 753, 0

Temperatura massima 19°, 4 g. 31
» minima 2, 8 » 4
» media 9, 0

Nebbia nei giorni 4, 12, 13, 14, 22.
Temporali nei giorni 14, 16.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m, 8)

MARZO 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri 9h	15h	21h	Media	Umidità relativa in centesimi 9h	15h	21h	Media	Nebulosità relat. in decimi 9h	15h	21h	Provenienza del vento 9h	15h	21h	Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
																mm.
1	5, 4	6, 8	6, 5	6, 2	88	89	87	88	7	10	10	SE	NE	NE	13	0, 8
2	4, 9	6, 2	6, 6	5, 9	57	62	95	71	4	4	10	SW	NW	W	11	1, 5
3	5, 5	6, 0	6, 0	5, 8	89	91	92	91	10	10	10	W	NW	W	7	1, 1
4	5, 5	5, 3	5, 6	5, 5	91	90	87	89	10	10	10	W	SW	NW	16	1, 0
5	5, 9	6, 6	6, 2	6, 2	93	82	81	85	10	8	0	NW	W	NW	12	0, 6
6	5, 6	5, 8	6, 0	5, 8	75	59	75	70	0	1	0	SW	NW	NW	7	2, 1
7	5, 9	6, 6	7, 0	6, 5	72	70	89	77	9	0	4	W	W	W	7	1, 7
8	5, 5	6, 3	4, 6	5, 5	76	74	58	69	9	7	5	SW	SW	NW	6	1, 2
9	2, 7	3, 6	5, 5	3, 9	35	35	66	45	0	0	0	SW	NW	NW	10	4, 4
10	4, 7	6, 1	4, 4	5, 1	61	56	87	68	7	7	0	SE	NW	W	13	2, 4
11	5, 3	6, 5	6, 9	6, 2	85	84	94	88	0	10	10	NW	NE	NE	4	1, 4
12	6, 6	6, 9	7, 4	7, 0	97	83	96	92	10	10	10	NE	N	NE	5	0, 8
13	7, 3	7, 2	7, 1	7, 2	100	89	90	93	10	10	10	W	W	W	7	0, 5
14	6, 8	8, 0	7, 5	7, 4	89	78	97	88	7	8	10	?	NE	NE	14	1, 1
15	6, 0	7, 1	7, 9	7, 0	77	61	84	74	0	2	10	W	SE	W	11	1, 6
16	7, 5	8, 7	7, 8	8, 0	83	87	93	88	10	10	10	SE	NE	W	7	1, 8
17	6, 6	5, 9	6, 4	6, 3	77	54	62	64	1	1	0	SW	W	SW	9	1, 9
18	3, 8	7, 3	6, 3	5, 8	42	63	62	56	4	9	8	W	SW	NW	8	3, 6
19	6, 2	5, 8	5, 9	6, 0	65	46	57	56	0	1	1	W	NW	S	8	3, 6
20	6, 3	5, 3	6, 9	6, 2	63	40	78	60	0	2	2	W	NE	NE	9	3, 0
21	6, 4	6, 5	6, 9	6, 6	78	58	76	71	6	6	3	SE	NW	SE	8	2, 5
22	7, 8	6, 8	8, 2	7, 6	89	65	89	81	10	10	10	NE	N	NE	9	1, 4
23	7, 7	7, 8	7, 3	7, 6	89	92	97	93	10	10	10	NE	NE	N	8	1, 0
24	6, 7	6, 5	7, 0	6, 7	84	62	81	76	7	1	5	W	SE	SE	10	1, 2
25	6, 8	5, 9	5, 1	5, 9	83	55	58	65	2	1	0	NE	NE	S	8	2, 0
26	6, 4	5, 3	7, 0	6, 2	71	42	69	61	4	2	0	NE	NE	NW	11	2, 6
27	6, 7	6, 0	7, 2	6, 6	67	47	68	61	3	2	6	NW	NW	S	7	2, 7
28	7, 3	7, 9	8, 3	7, 8	72	64	78	71	9	10	3	NE	NW	SE	8	2, 6
29	8, 0	4, 9	6, 4	6, 4	80	37	64	60	2	0	6	SE	SE	SE	14	3, 1
30	6, 6	6, 4	6, 7	6, 6	61	44	59	55	0	0	3	?	NE	NW	5	3, 0
31	7, 2	8, 3	7, 7	7, 7	62	51	59	57	0	2	0	W	W	SW	7	3, 7
	6, 2	6, 5	6, 7	6, 4	76	65	78	73	5	5	5				9	2, 0

Tens. del vapor acq. mass. 8, 7^{mm} g. 16
» » » » min. 2, 7 » 9
» » » » media 6, 4

Umidità relativa mass. 100 g. 13
» » min. 35 » 9
» » media 73

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
3	21	0	12	3	10	22	20

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

5

OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE
FATTE NELL' OSSERVATORIO DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA (alt. 83^{m},8)

APRILE 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	758,3	757,3	758,3	758,0	13,4	18,0	12,6	18,5	12,4	14,2		
2	759,6	756,8	755,5	757,3	12,7	16,4	13,1	17,9	10,3	13,5		
3	751,2	749,5	751,7	750,8	13,9	21,4	16,2	21,9	12,2	16,1		
4	755,4	755,5	755,9	755,6	10,7	14,4	13,8	16,2	9,1	12,5		
5	752,4	749,3	749,0	750,2	12,7	16,3	11,2	17,8	8,7	12,6		
6	744,1	742,4	747,7	744,7	16,3	18,8	12,8	18,9	11,0	14,8	1,8	pioggia
7	755,1	754,0	752,2	753,8	8,8	11,5	8,0	12,8	7,8	9,4		
8	747,3	745,1	748,1	746,8	10,3	18,1	11,3	19,1	7,9	12,2		
9	755,6	755,2	755,4	755,4	9,7	11,8	9,5	11,8	7,3	9,6		
10	754,7	752,8	751,8	753,1	9,8	13,3	11,4	14,4	7,9	10,9		
11	745.9	746,7	748,4	747,0	11,0	12,2	11,5	12,8	9,8	11,3	4,4	pioggia
12	749,4	749,2	751,1	749,9	10,8	14,7	13,7	16,5	10,1	12,8	1,0	pioggia
13	752,1	751,0	751,6	751,6	16,2	19,8	16,2	20,3	12,9	16,4	6,0	pioggia
14	752,3	750,3	750,7	751,1	15,3	18,8	14,2	19,1	12,1	15,2	0,9	pioggia
15	750,3	749,5	749,3	749,7	14,2	15,0	13,9	17.2	11,5	14,2	6,1	pioggia
16	747,2	745,3	745,3	745.9	13,0	15,2	12,3	15,4	11,5	13,1		
17	742,6	741,2	742,9	742,2	12,3	13,7	11,6	14,5	11,0	12,4	4,8	pioggia
18	741,6	741,8	743,5	742,3	13,0	17,5	14,0	17,6	9,2	13,5		
19	746,5	747,1	748,7	747,4	11,2	13,5	12,7	15,8	8,7	12,1	1,4	pioggia
20	748,8	747,0	744,9	746,9	14,4	16,2	12,8	17.6	11,3	14.0	1,7	pioggia
21	742,6	742,4	744,2	743,1	11,8	16,4	13,3	16,6	9,5	12,8	1,0	pioggia
22	745,6	746,4	748,8	746,9	10,3	13,5	11,9	13,8	8,7	11,2	3,7	pioggia
23	751,1	751,3	751,8	751,4	12,4	13,3	10,7	14,4	9,7	11,8		
24	754,1	753,0	754,7	753,9	9,7	12,0	9,5	13,9	5,6	9,7	1,9	pioggia
25	757,5	757,2	757,8	757,5	11,4	15,5	12,3	16,0	6,6	11,6		
26	758,6	756,6	755,8	757,0	13,6	17,1	13,2	18,3	9,4	13,6		
27	755,7	754,7	756,0	755,5	13,6	17,5	12,9	17,7	10,7	13,7		
28	755,9	755,1	755,5	755.5	12,6	17,2	14,9	17,6	8,7	13,5		
29	755,1	754,1	754,6	754,6	15,2	18,4	15,3	19,2	12,3	15,5		
30	755,0	755,5	757,5	756,0	14,6	19,2	16,4	19,6	10,4	15,3		
	751,4	750,4	751,3	751,0	12,5	15,9	12,8	16,8	9 8	13,0	34.7	

Altezza barometrica massima 759,6 g. 2
» » minima 741,2 » 17
» » media 751,0

Temperatura massima 21°,9 g. 3
» minima 5,6 » 24
» media 13,0

Nebbia nei giorni 4, 5, 26, 27, 28.
Temporale nei giorni 5, 13, 14, 15, 19.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

APRILE 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm
1	7,8	8,9	9,0	8,6	69	58	82	70	0	4	0	SW	NW	NE	11	4,0
2	8,0	7,9	8,8	8,2	73	57	78	69	2	0	0	E	NW	S	8	2,4
3	9,0	5,3	7,4	7,2	71	28	54	51	10	4	7	W	W	SW	19	3,7
4	8,5	9,0	9,4	9,0	88	74	80	81	10	1	4	NW	NW	NW	14	4,2
5	9,5	10,8	8,4	9,6	87	78	85	83	6	5	10	W	W	NW	6	1,7
6	4,1	3,4	2,3	3,3	29	21	21	24	1	1	6	SW	NW	W	25	6,6
7	2,2	2,6	3,8	2,9	26	26	47	33	0	0	0	NW	NE	SW	13	7,9
8	4,2	5,3	6,0	5,2	45	34	60	46	0	0	0	NW	SW	NE	12	4,5
9	5,7	5,2	6,1	5,7	63	50	69	61	6	7	8	NE	NE	NE	25	4,0
10	5,6	6,7	8,1	6,8	62	59	80	67	10	9	10	NE	NE	NE	4	2,0
11	8,9	8,1	8,4	8,5	91	76	83	83	10	9	10	S	NW	N	5	1,5
12	8,7	9,1	9,4	9,1	90	73	81	81	10	6	0	NW	NW	NW	4	1,6
13	9,2	9,8	8,8	9,3	67	57	64	63	0	4	1	NE	NE	SW	16	2,1
14	9,0	8,6	9,1	8,9	69	53	76	66	0	1	5	E	SE	SE	18	3,5
15	8,4	9,6	8,8	8,9	69	75	74	73	3	8	8	SW	W	W	7	3,0
16	8,6	8,0	8,4	8,3	77	62	79	73	5	8	2	NW	N	SE	5	1,8
17	8,8	8,2	7,8	8,3	82	70	77	76	10	8	2	NW	SE	?	8	1,5
18	6,6	5,4	7,2	6,4	59	36	61	52	0	3	3	NW	NW	SW	12	3,4
19	8,4	8,8	8,8	8,7	85	76	80	80	1	7	4	NW	SE	NW	9	3,0
20	8,5	9,8	8,8	9,0	70	71	80	74	5	10	10	NW	SE	SW	11	2,9
21	7,1	5,3	5,6	6,0	69	38	49	52	5	5	4	NW	SW	SW	22	2,8
22	6,6	7,3	7,9	7,3	71	63	76	70	10	8	10	SW	SW	NE	9	3,0
23	7,2	5,0	6,4	6,2	67	43	66	59	8	8	3	SW	NE	SE	8	2,2
24	6,8	7,7	7,3	7,3	75	74	83	77	10	10	5	NE	SW	S	9	3,1
25	7,1	4,4	7,8	6,4	71	34	73	59	0	0	4	NW	E	SE	6	2,0
26	6,0	7,3	8,8	7,4	52	50	78	60	3	5	0	W	N	SW	5	3,6
27	9,0	8,2	8,9	8,7	77	55	80	71	5	4	0	N	SE	SW	11	3,0
28	9,6	9,7	10,5	9,9	88	66	84	79	10	8	6	SE	NE	SE	9	2,6
29	9,8	10,6	11,0	10,5	76	67	85	76	3	8	2	?	NE	SE	8	2,4
30	10,2	9,3	11,6	10,4	82	56	83	74	7	9	4	NW	NW	NW	5	1,9
	7,6	7,5	8,0	7,7	70	56	72	63	5	5	4				11	3,1

Tens. del vapor acq. mass. 11,6 mm g. 30
» » » » min. 2,2 » 7
» » » » media 7,7

Umidità relativa mass. 91 g. 11
» » min. 21 » 6
» » media 63

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
4	16	3	12	3	17	8	25

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

5

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

MAGGIO 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	758,7	758,2	757,9	758,3	17,0	19,7	16,7	20,2	14,6	17,1		
2	757,2	755,9	756,3	756,5	19,0	23,6	20,3	24,2	15,5	19,8		
3	756,5	755,8	757,1	756,5	18,4	22,8	17,7	23,1	16,9	19,0		
4	757,2	756,2	756,0	756,5	16,4	20,0	16,4	20,1	13,7	16,7		
5	755,7	754,6	754,5	754,9	16,6	17,4	16,1	17,8	14 6	16,3		
6	755,0	755,5	757,5	756,0	15,6	14,4	11,8	16,9	11,5	14,0	8,2	pioggia
7	758,6	758,2	758,2	758,3	12,6	16,7	15,4	18,2	10,8	14,3		
8	755,7	754,6	754,2	754,8	14,4	16,6	13,7	17,0	12,5	14,4	4,0	pioggia
9	752,4	752,7	753,9	753,0	15,8	16,6	13,7	17,4	13,0	15,0	3,7	pioggia
10	756,1	757,0	758,1	757,1	11,7	13,0	11,5	13,7	11,4	12,1	25,4	pioggia
11	758,4	756,5	756,4	757,1	13,1	15,7	14,4	16,5	10,5	13,6		
12	754,9	754,9	754,8	754,9	11,7	12,6	12,6	14,4	11,0	12,4	21,3	pioggia
13	751,5	748,8	749,5	749,9	13,4	12,8	13,4	17,5	12,2	14,1	12,2	pioggia
14	750,9	751,7	753,0	751,9	14,6	15,2	14,3	17,0	12,6	14,6	1,7	pioggia
15	751,2	750,4	750,0	750,5	13,7	15,4	13,7	15,5	12,6	13,9	8,5	pioggia
16	750,5	751,2	754,4	752,0	15,1	18,7	13,9	19,0	12,0	15,0	4,6	pioggia
17	755,5	755,2	756,2	755,6	12,8	14,9	13,8	15,2	11,6	13,4	6,3	pioggia
18	756,5	755,7	755,7	756,0	15,2	16,3	14,7	17,2	12,8	15,0	0,1	pioggia
19	754,8	753,3	752,8	753,6	16,8	18,4	16,5	19,8	13,0	16,5		
20	751,9	750,2	750,1	750,7	16,8	20,2	17,6	22,0	13,9	17,6		
21	749,5	747,9	747,8	748,4	18,0	21,1	18,6	22,4	14,6	18,4		
22	746,9	745,0	744,5	745,5	16,8	21,2	19,2	22,3	14,3	18,2		
23	743,3	742,9	742,9	743,0	17,4	18,7	17,4	20,2	15,1	17,5	1,4	pioggia
24	743,8	745,6	747,2	745,5	19,2	13,6	12,8	21,1	12,8	16,5	5,3	pioggia
25	750,3	751,7	754,6	752,2	11,9	15,1	13,8	15,7	11,2	13,2	0,1	pioggia
26	757,3	756,7	757,8	757,3	15,5	18,6	15,7	19,0	12,0	15,6		
27	758,7	758,7	759,3	758,9	17,5	19,0	15,7	19,6	13,1	16,5		
28	759,1	759,2	759,9	759,4	14,5	18,6	16,6	18,7	11,8	15,4		
29	760,3	759,0	759,1	759,5	16,8	21,0	18,9	21,4	12,9	17,5		
30	758,2	757,0	757,1	757,4	18,6	22,2	19,3	22,8	15,1	19,0		
31	756,3	754,7	755,3	755,4	20,4	23,8	21,5	24,0	14,6	20,1		
	754,2	753,7	754,3	754,1	15,7	17,9	15,7	19,0	13,0	15,9	102,8	

Altezza barometrica massima 760,3 g. 29
» » minima 742,9 » 23
» » media 754,1

Temperatura massima 24°,2 g. 2
» minima 10,5 » 11
» media 15,9

Nebbia nei giorni 6, 10, 12, 13, 15, 16, 17.
Temporale nel giorno 13.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	MAGGIO 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale															Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento				
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm
1	10, 9	9, 8	10, 6	10, 4	76	58	74	69	1	10	0	W	NW	SE	5	3, 5
2	7, 5	6, 9	8, 4	7, 6	46	32	47	42	1	0	4	SW	SW	SE	18	4, 1
3	7, 9	6, 6	4, 2	6, 2	50	32	28	37	7	3	0	SW	SW	SW	25	5, 4
4	5, 3	6, 1	5, 4	5, 6	38	35	39	37	2	10	5	NW	SW	S	14	7, 2
5	7, 9	11, 0	12, 1	10, 3	56	74	88	73	10	10	10	SE	NE	NE	14	3, 8
6	11, 8	9, 3	8, 8	10, 0	89	76	85	83	10	10	10	NE	NW	NW	8	2, 0
7	8, 3	7, 6	8, 8	8, 2	77	54	67	66	7	2	7	W	NW	?	4	1, 9
8	10, 9	11, 5	10, 1	10, 8	89	81	86	85	10	10	10	SE	SE	SE	22	2, 3
9	8, 7	9, 5	9, 3	9, 2	65	68	80	71	9	8	7	SW	NW	W	11	1, 9
10	9, 4	8, 3	8, 5	8, 7	91	75	84	83	10	10	10	W	SE	SE	8	1, 7
11	8, 3	6, 5	9, 0	7, 9	74	49	74	66	5	4	0	W	NE	W	5	2, 1
12	9, 6	10, 1	9, 7	9, 8	94	93	89	92	10	10	10	NW	NW	W	6	3, 0
13	9, 9	9, 5	10, 1	9, 8	86	86	88	87	8	10	10	NW	NW	SE	9	1, 0
14	11, 0	9, 4	10, 6	10, 3	89	73	88	83	10	10	10	SE	SE	SE	17	1, 1
15	10, 5	11, 1	9, 1	10, 2	90	85	81	85	10	10	10	SE	SE	SW	12	1, 5
16	9, 9	7, 7	8, 8	8, 8	77	48	74	66	7	5	7	SE	SE	W	7	1, 6
17	10, 0	9, 8	10, 2	10, 0	91	77	86	85	10	9	8	W	NW	W	4	1, 8
18	10, 1	10, 2	8, 6	9, 6	78	74	69	74	6	10	0	NW	SW	SW	8	1, 6
19	7, 3	9, 5	8, 4	8, 4	51	60	60	57	0	9	0	SW	W	SW	15	3, 0
20	8, 6	9, 0	7, 5	8, 4	60	51	50	54	3	3	1	NW	SW	SW	15	3, 4
21	8, 4	9, 4	7, 5	8, 4	55	51	47	51	3	8	1	SW	NW	SW	16	4, 9
22	9, 7	10, 1	8, 6	9, 5	68	54	52	58	8	8	7	SE	NE	SW	11	4, 1
23	12, 1	11, 0	10, 1	11, 1	82	69	68	73	10	10	7	SE	SW	SW	10	3, 2
24	9, 9	10, 5	10, 1	10, 2	60	91	92	81	8	10	10	SE	NW	NW	12	2, 5
25	9, 4	8, 5	8, 7	8, 9	90	66	74	77	10	6	8	SW	NW	NW	3	1, 3
26	8, 3	8, 8	9, 0	8, 7	64	55	68	62	5	6	8	NE	NE	SE	8	2, 8
27	7, 9	7, 5	8, 6	8, 0	53	46	65	55	2	1	1	SE	SE	SE	13	3, 5
28	10, 0	7, 0	8, 7	8, 6	81	44	62	62	1	5	0	NW	NE	NE	9	4, 5
29	9, 3	6, 8	8, 4	8, 2	65	37	52	51	0	0	0	NW	NW	NW	8	4, 7
30	8, 0	7, 1	9, 5	8, 2	50	35	57	47	0	0	4	NW	N	?	9	7, 5
31	8, 6	6, 8	7, 8	7, 7	48	31	41	40	1	3	2	SW	SE	S	5	5, 8
	9, 2	8, 8	8, 9	9, 0	70	60	68	66	6	7	5				11	3, 2

Tens. del vapor acq. mass. 12, 1 mm g. 5 e 23
» » » » min. 4, 2 »
» » » » media 9, 0

Umidità relativa mass. 94 g. 12
» » min. 28 » 3
» » media 66

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	9	0	24	2	21	11	23

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

6

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	GIUGNO 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale — Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	756, 0	755, 3	755, 8	755, 7	22, 8	24, 6	21, 4	25, 4	17, 4	21, 8		
2	756, 6	755, 7	756, 8	756, 4	20, 8	24, 8	21, 8	25, 1	17, 1	21, 2		
3	758, 0	756, 8	756, 8	757, 2	20, 8	24, 8	23, 5	25, 5	18, 7	22, 1		
4	757, 0	755, 4	755, 8	756, 1	22, 4	26, 0	23, 4	26, 7	20, 3	23, 2		
5	755, 7	753, 7	754, 1	754, 5	22, 5	26, 1	22, 3	26, 4	19, 6	22, 7		
6	752, 3	750, 4	749, 4	750, 7	23, 3	23, 8	22, 5	24, 2	20, 4	22, 6		
7	747, 4	747, 5	748, 8	747, 9	21, 8	25, 2	20, 3	27, 0	18, 9	22, 0		
8	750, 1	749, 4	750, 0	749, 8	19, 2	23, 0	20, 4	23, 5	16, 3	19, 9		
9	750, 2	749, 3	750, 1	749, 9	20, 2	23, 6	20, 0	24, 5	17, 4	20, 5		
10	749, 9	749, 3	749, 3	749, 5	21, 3	20, 8	17, 6	24, 2	16, 9	20, 0	4, 0	pioggia
11	747, 9	747, 6	748, 4	748, 0	18, 7	19, 2	18, 4	21, 3	16, 4	18, 7	1, 6	pioggia
12	749, 1	748, 7	749, 1	749, 0	17, 6	20, 9	19, 9	22, 8	15, 2	18, 9	0, 3	pioggia
13	750, 2	750, 0	750, 4	750, 2	18, 0	18, 6	17, 2	20, 2	16, 0	17, 9		
14	750, 4	751, 3	752, 1	751, 3	17, 8	19, 0	18, 3	20, 3	14, 4	17, 7	1, 4	pioggia
15	753, 0	752, 9	753, 6	753, 2	18, 8	22, 0	19, 2	22, 1	14, 9	18, 8	1, 1	pioggia
16	753, 6	752, 1	751, 8	752, 5	20, 4	23, 8	21, 7	26, 0	17, 1	21, 3		
17	750, 9	750, 2	749, 9	750, 3	21, 7	25, 1	22, 4	26, 2	17, 9	22, 1		
18	750, 3	750, 1	751, 8	750, 7	23, 2	22, 6	19, 7	26, 0	18, 6	21, 9	1, 2	pioggia
19	753, 9	753, 2	754, 6	753, 9	20, 0	23, 6	20, 7	24, 0	16, 8	20, 4		
20	755, 8	755, 5	757, 1	756, 1	20, 0	24, 6	23, 0	25, 3	17, 0	21, 3		
21	758, 6	758, 3	758, 8	758, 6	24, 3	26, 0	23, 8	26, 2	21, 7	24, 0		
22	758, 1	756, 5	755, 9	756, 8	24, 3	27, 3	25, 5	28, 2	20, 9	24, 7		
23	752, 5	750, 0	753, 3	751, 9	25, 0	27, 1	19, 4	29, 2	16, 8	22, 6	2, 0	pioggia
24	753, 4	753, 7	755, 4	754, 2	16, 9	19, 2	15, 7	19, 9	15, 7	17, 1	2, 6	pioggia
25	755, 5	755, 6	755, 6	755, 6	17, 5	20, 2	19, 1	20, 7	15, 3	18, 2		
26	757, 6	757, 3	757, 2	757, 4	17, 2	21, 6	20, 7	22, 5	15, 6	19, 0		
27	756, 6	755, 3	754, 8	755, 6	21, 8	25, 1	21, 6	25, 5	18, 0	21, 7	1, 8	pioggia
28	754, 1	752, 4	753, 1	753, 2	21, 7	25, 5	20, 4	26, 0	18, 7	21, 7	4, 2	pioggia
29	752, 7	752, 4	752, 7	752, 6	22, 3	25, 3	23, 3	25, 8	18, 4	22, 5		
30	753, 3	753, 2	754, 3	753, 6	24, 0	26, 9	24, 7	27, 2	19, 7	23, 9		
	753, 4	752, 6	753, 2	753, 1	20, 9	23, 5	20, 9	24, 6	17, 6	21, 0	20, 2	

Altezza barometrica massima 758, 8 g 21
» » minima 747, 4 » 7
» » media 753, 1

Temperatura massima 29°, 2 g. 23
» minima 14, 4 » 14
» media 21, 0

Nebbia nei giorni 14, 28, 30.
Temporale nei giorni 11, 15, 23, 27, 28.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

GIUGNO 1905 — **Tempo medio dell' Europa centrale**

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	7,7	8,3	10,2	8,7	37	36	54	42	0	0	2	NE	E	SE	11	5,8
2	12,1	7,3	13,0	10,8	66	31	67	55	3	3	0	W	SE	?	7	6,5
3	12,1	10,6	11,2	11,3	66	45	52	54	0	2	0	NW	NE	S	6	7,0
4	11,7	11,4	13,0	12,0	58	46	61	55	0	2	2	NW	NE	SE	6	7,3
5	13,2	11,4	13,0	12,5	65	45	65	58	0	2	3	NW	NE	SE	8	6,0
6	11,8	10,9	10,6	11,1	56	50	52	53	8	10	8	NW	W	S	13	5,8
7	10,6	7,2	6,9	8,2	55	30	39	41	2	3	1	SW	SW	SW	18	5,2
8	8,9	8,7	10,4	9,3	54	42	58	51	9	6	2	NW	NE	SE	11	6,9
9	9,6	9,2	8,8	9,2	55	43	51	50	3	6	2	NW	SW	S	14	6,3
10	8,6	10,5	10,4	9,8	46	57	69	57	3	5	10	SW	NW	S	17	5,8
11	9,3	10,7	11,8	10,6	58	65	75	66	4	7	3	NW	SE	SE	11	4,5
12	11,1	10,8	10,1	10,7	74	59	59	64	4	8	8	NW	SW	SW	9	3,0
13	10,4	12,5	13,0	12,0	75	79	89	81	10	10	7	NW	NW	W	7	3,4
14	11,8	11,7	11,7	11,7	77	72	75	75	7	8	2	NW	N	S	5	4,9
15	11,5	11,7	11,4	11,5	71	60	69	67	7	8	2	E	W	S	4	1,8
16	9,1	10,7	10,8	10,2	51	49	56	52	0	4	0	W	NE	SW	9	3,7
17	9,5	11,0	9,8	10,1	49	46	48	48	0	8	0	SW	S	SW	16	5,8
18	11,9	12,5	13,7	12,7	56	61	80	66	0	9	3	S	N	NE	12	5,7
19	13,2	11,0	10,7	11,6	76	51	59	62	6	7	10	NW	SE	SW	6	4,3
20	11,7	12,6	14,7	13,0	67	55	70	64	4	5	3	W	W	NW	8	4,2
21	12,5	10,5	14,1	12,4	55	42	64	54	4	0	2	SE	SE	NE	6	5,8
22	10,9	10,6	10,9	10,8	48	39	45	44	0	2	0	SW	SW	SW	4	5,5
23	11,7	11,1	10,9	11,2	50	41	65	52	0	5	4	NW	SW	W	19	7,6
24	12,1	11,3	11,4	11,6	85	68	86	80	10	4	10	N	E	NE	11	3,8
25	10,3	11,7	13,1	11,7	69	67	80	72	10	10	10	SW	N	NW	7	2,7
26	11,1	13,2	14,0	12,8	76	69	77	74	8	10	2	SW	N	SW	7	3,2
27	13,3	13,9	14,9	14,0	69	59	78	69	2	4	7	NE	NE	SE	7	3,5
28	15,7	12,4	14,7	14,3	81	51	82	71	9	10	4	?	N	SW	4	2,9
29	14,7	15,9	16,4	15,7	73	66	77	72	2	6	6	NW	N	SE	7	2,8
30	17,4	18,1	18,0	17,8	78	69	78	75	7	5	3	E	NE	SE	7	3,0
	11,5	11,3	12,1	11,6	63	53	66	61	4	6	4				9	4,8

Tens. del vapor acq. mass. 18,1 mm g. 30
» » » » min. 6,9 » 7
» » » » media 11,6

Umidità relativa mass. 89 g. 13
» » min. 30 » 7
» » media 61

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
7	12	4	13	8	19	8	17

Media nebulosità relativa nel mese in decimi 5

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	LUGLIO 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	755, 6	754, 9	756, 2	755, 6	24, 6	29, 4	25, 7	30, 0	21, 0	25, 3		
2	758, 1	757, 4	757, 8	757, 8	26, 0	31, 8	29, 6	32, 8	23, 7	28, 0		
3	757, 8	756, 7	757, 2	757, 2	29, 8	34, 2	31, 4	34, 6	27, 5	30, 8		
4	757, 4	756, 0	755, 8	756, 4	28, 0	32, 7	29, 0	33, 4	25, 0	28, 9		
5	754, 0	754, 6	752, 1	753, 6	29, 6	26, 5	24, 8	31, 4	20, 2	26, 5	5, 2	pioggia
6	749, 6	748, 3	749, 3	749, 1	25, 0	32, 0	26, 8	32, 3	22, 1	26, 6		
7	750, 5	751, 2	753, 6	751, 8	24, 6	24, 1	20, 7	27, 2	19, 9	23, 1	40, 7	pioggia
8	755, 6	755, 4	756, 0	755, 7	21, 4	25, 6	24, 2	25, 8	19, 2	22, 7		
9	757, 6	756, 8	756, 6	757, 0	23, 8	27, 0	25, 5	27, 4	20, 8	24, 4		
10	756, 4	755, 1	754, 8	755, 4	26, 1	28, 2	26, 6	28, 6	22, 4	25, 9		
11	755, 8	754, 6	755, 2	755, 2	24, 9	28, 8	26, 6	29, 4	21, 2	25, 5		
12	755, 3	754, 1	754, 4	754, 6	26, 8	29, 1	27, 4	29, 6	23, 6	26, 9		
13	755, 1	752, 6	753, 2	753, 6	26, 0	29, 1	25, 4	29, 6	22, 6	25, 9		
14	754, 2	753, 1	754, 3	753, 9	22, 9	26, 2	24, 8	26, 8	20, 4	23, 7	19, 8	pioggia
15	755, 7	755, 2	755, 2	755, 4	24, 0	25, 5	23, 6	26, 0	20, 2	23, 5		
16	756, 2	755, 4	755, 0	755, 5	24, 0	26, 6	24, 3	27, 2	20, 2	23, 9		
17	754, 8	754, 5	754, 6	754, 6	24, 4	28, 4	25, 2	28, 6	22, 0	25, 1		
18	755, 6	753, 4	752, 7	753, 9	23, 0	26, 4	24, 0	26, 8	21, 5	23, 8		
19	751, 7	750, 5	752, 2	751, 5	25, 0	28, 4	23, 0	29, 0	22, 2	24, 8	0, 4	pioggia
20	755, 1	754, 6	755, 0	754, 9	22, 8	25, 6	23, 6	26, 0	20, 0	23, 1	1, 5	pioggia
21	756, 1	755, 3	755, 5	755, 6	23, 2	26, 9	24, 4	27, 6	20, 0	23, 8		
22	755, 6	754, 8	755, 7	755, 4	24, 9	27, 5	22, 8	27, 5	21, 6	24, 2		
23	755, 1	753, 6	752, 5	753, 7	23, 8	27, 4	26, 0	27, 4	20, 0	24, 3		
24	749, 6	749, 9	750, 2	749, 9	26, 4	22, 7	22, 0	27, 4	22, 0	24, 5		
25	752, 1	752, 4	753, 2	752, 6	23, 1	26, 4	25, 6	27, 2	20, 0	24, 0		
26	755, 5	755, 1	755, 3	755, 3	23, 8	26, 9	26, 0	27, 8	20, 4	24, 5		
27	756, 6	755, 7	755, 5	755, 9	25, 7	28, 2	26, 2	28, 8	22, 4	25, 8		
28	754, 9	753, 2	752, 6	753, 6	25, 9	29, 8	26, 8	30, 2	23, 2	26, 5		
29	751, 7	751, 0	752, 1	751, 6	26, 4	28, 5	27, 2	29, 5	23, 9	26, 8		
30	753, 8	753, 0	753, 2	753, 3	25, 2	29, 3	27, 7	29, 8	23, 7	26, 6		
31	755, 0	754, 2	753, 9	754, 4	27, 4	31, 0	27, 0	31, 1	24, 3	27, 5		
	754, 8	754, 0	754, 2	754, 3	25, 1	28, 1	25, 6	28, 9	21, 8	25, 4	67, 6	

Altezza barometrica massima 758, 1 g. 2
» » minima 748, 3 » 6
» » media 754, 3

Temperatura massima 34°, 6 g. 3
» minima 19, 2 » 8
» media 25, 4

Nebbia nei giorni 1, 2, 13.
Temporale nei giorni 5, 7 (due volte), 14.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	LUGLIO 1905 — Tempo medio dell'Europa centrale															Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento					
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h			mm.
1	18, 4	18, 9	21, 3	19, 5	80	62	87	76	4	3	1	?	NE	SE		7	2, 9
2	20, 6	19, 7	20, 9	20, 4	82	56	68	69	3	0	0	NW	SW	SW		4	3, 8
3	16, 3	16, 7	19, 4	17, 5	52	42	57	50	0	0	0	W	W	SW		13	11, 0
4	19, 3	19, 2	19, 7	19, 4	69	52	66	62	3	0	0	?	NE	NW		5	8, 0
5	21, 1	17, 6	17, 9	18, 9	69	68	77	71	0	5	0	NE	SW	NW		7	6, 1
6	18, 5	12, 4	10, 5	13, 8	79	35	40	51	0	3	0	N	S	SW		12	4, 8
7	12, 0	17, 7	14, 3	14, 7	52	79	79	70	2	7	9	W	NW	W		10	7, 8
8	13, 0	12, 3	14, 3	13, 2	68	50	64	61	5	4	0	W	NW	W		8	3, 6
9	13, 7	12, 1	14, 0	13, 3	63	46	58	56	0	0	0	NW	?	?		3	6, 4
10	14, 3	11, 5	13, 7	13, 2	57	40	53	50	0	0	0	SW	SE	E		6	8, 4
11	13, 4	12, 6	16, 5	14, 2	57	43	64	55	0	1	0	W	NW	S		6	7, 5
12	15, 3	11, 1	15, 6	14, 0	58	37	58	51	0	5	2	SW	NE	S		4	7, 1
13	15, 4	15, 7	15, 5	15, 5	62	52	64	59	8	1	10	?	NE	SW		5	4, 8
14	14, 9	14, 3	16, 2	15, 1	72	56	69	66	0	3	2	NW	NW	NE		12	5, 3
15	13, 6	9, 8	11, 0	11, 5	61	41	51	51	0	0	0	NE	SE	SE		11	5, 6
16	12, 3	10, 7	12, 1	11, 7	56	41	54	50	0	0	0	E	E	W		10	6, 2
17	12, 7	12, 9	13, 9	13, 2	56	45	58	53	1	2	2	SW	W	E		6	6, 6
18	14, 6	14, 5	16, 0	15, 0	70	57	72	66	4	5	3	SW	NW	NW		6	5, 8
19	15, 4	13, 4	15, 9	14, 9	65	47	76	63	0	2	5	SW	NW	NW		8	5, 8
20	15, 0	13, 0	14, 9	14, 3	73	53	69	65	3	2	0	N	NE	SE		6	6, 2
21	14, 8	12, 5	13, 7	13, 7	70	47	60	59	0	0	2	NW	NW	SE		5	5, 7
22	14, 7	13, 8	13, 4	14, 0	63	51	65	60	9	0	5	NW	NW	SW		5	5, 6
23	14, 7	15, 5	13, 7	14, 6	67	57	55	60	0	4	0	NW	NE	SW		7	4, 4
24	14, 5	14, 7	14, 5	14, 6	57	72	74	68	8	10	7	SW	NW	S		17	6, 1
25	13, 2	9, 0	13, 3	11, 8	63	35	55	51	0	1	0	NW	NE	E		5	4, 8
26	13, 7	12, 5	12, 7	13, 0	63	47	51	54	0	2	0	NW	NE	NW		6	4, 7
27	11, 3	11, 4	13, 9	12, 2	46	40	55	47	0	1	0	?	SE	SE		5	7, 1
28	14, 1	10, 1	12, 9	12, 4	57	32	49	46	0	0	0	SE	NE	NE		7	7, 9
29	11, 2	14, 6	15, 4	13, 7	44	50	57	50	0	5	0	NW	NW	?		9	7, 8
30	15, 9	13, 2	16, 2	15, 1	67	44	58	56	0	0	0	W	N	SE		6	6, 0
31	15, 6	11, 7	14, 6	14, 0	58	35	55	49	0	2	4	NW	N	SE		9	7, 9
	15, 0	13, 7	15, 1	14, 6	63	49	62	58	2	2	2					7	6, 2

Tens. del vapor acq. mass. 21,3mm g. 1
» » » » min. 9, 0 » 25
» » » » media 14, 6

Umidità relativa mass. 87 g. 1
» » min. 32 » 28
» » media 58

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
4	13	5	11	4	14	10	25

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

2

Osservazioni meteorologiche

fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	AGOSTO 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9^h, 21^h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	753, 3	752, 6	752, 6	752, 8	25, 8	29, 8	26, 4	30, 9	23, 9	26, 8		
2	751, 8	750, 3	751, 6	751, 2	25, 6	31, 2	24, 3	31, 5	23, 4	26, 2		
3	752, 1	752, 4	752, 7	752, 4	24, 8	24, 8	25, 7	27, 3	21, 7	24, 9	3, 1	pioggia
4	753, 7	752, 9	752, 8	753, 1	25, 4	29, 8	26, 8	30, 2	23, 1	26, 4		
5	752, 5	751, 1	750, 1	751, 2	27, 8	32, 2	29, 2	32, 6	24, 3	28, 5		
6	748, 4	749, 9	751, 5	749, 9	25, 4	19, 8	20, 7	29, 2	19, 3	23, 7	9, 1	pioggia
7	753, 5	753, 5	754, 1	753, 7	21, 8	26, 5	24, 3	27, 0	20, 1	23, 3		
8	756, 6	756, 5	757, 2	756, 8	23, 0	27, 4	24, 9	28, 1	20, 1	24, 0		
9	759, 0	757, 9	758, 0	758, 3	25, 0	28, 2	25, 8	29, 0	21, 4	25, 3		
10	757, 9	755, 9	755, 5	756, 4	27, 0	30, 4	27, 2	30, 7	23, 0	27, 0		
11	754, 0	752, 6	752, 4	753, 0	28, 0	31, 0	28, 7	32, 3	25, 0	28, 5		
12	752, 1	754, 3	758, 0	754, 8	21, 6	22, 6	20, 2	28, 7	19, 3	22, 5	0, 2	pioggia
13	761, 8	759, 8	760, 0	760, 5	19, 4	23, 8	21, 5	24, 6	16, 0	20, 4		
14	760, 2	758, 6	758, 8	759, 2	20, 0	23, 8	21, 8	24, 6	16, 8	20, 8		
15	758, 8	757, 5	757, 6	758, 0	20, 2	25, 2	22, 0	25, 9	16, 3	21, 1		
16	757, 0	755, 2	754, 8	755, 7	22, 4	26, 4	23, 4	26, 5	19, 0	22, 8		
17	753, 9	754, 8	753, 9	754, 2	21, 4	21, 6	20, 4	23, 4	20, 2	21, 4	7, 8	pioggia
18	755, 0	755, 5	756, 8	755, 8	18, 0	20, 4	20, 3	21, 2	17, 5	19, 3		
19	756, 9	755, 7	755, 7	756, 1	21, 8	25, 8	23, 8	26, 5	19, 3	22, 9		
20	756, 8	755, 7	755, 2	755, 9	24, 6	28, 6	25, 3	28, 8	21, 4	25, 0		
21	755, 6	754, 8	755, 0	755, 1	25, 4	29, 0	25, 8	29, 1	23, 1	25, 9		
22	755, 8	754, 8	754, 7	755, 1	24, 4	29, 6	26, 7	29, 9	21, 2	25, 6		
23	754, 3	753, 0	754, 5	753, 9	26, 0	29, 6	24, 0	29, 7	22, 7	25, 6		
24	753, 8	752, 9	752, 0	752, 9	23, 6	28, 0	25, 7	28, 2	21, 7	24, 8		
25	753, 3	752, 5	752, 1	752, 6	26, 2	30, 2	27, 0	30, 5	23, 4	26, 8		
26	751, 6	752, 4	752, 5	752, 2	26, 8	24, 2	20, 7	28, 2	20, 7	24, 1	4, 1	pioggia
27	754, 2	752, 8	753, 1	753, 4	18, 8	25, 4	24, 0	26, 9	17, 8	21, 9		
28	751, 8	749, 8	747, 7	749, 8	24, 0	27, 3	23, 2	27, 4	20, 0	23, 7		
29	740, 4	740, 5	741, 3	740, 7	22, 5	23, 5	21, 5	23, 8	21, 5	22, 3	0, 5	pioggia
30	746, 0	746, 6	748, 9	747, 2	21, 8	23, 9	20, 8	25, 2	18, 4	21, 6		
31	753, 3	753, 8	755, 5	754, 2	20, 7	24, 6	21, 9	25, 0	18, 4	21, 5		
	754, 0	753, 4	753, 8	753, 7	23, 5	26, 6	24, 0	27, 8	20, 6	24, 0	24, 8	

Altezza barometrica massima 761, 8 g. 13
» » minima 740, 4 » 29
» » media 753, 7

Temperatura massima 32°, 6 g. 5
» minima 16, 0 » 13
» media 24, 0

Nebbia nei giorni 1, 27.
Temporale nei giorni 6 (due volte), 17, 26.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83ᵐ, 8)

AGOSTO 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9ʰ	15ʰ	21ʰ	Media	9ʰ	15ʰ	21ʰ	Media	9ʰ	15ʰ	21ʰ	9ʰ	15ʰ	21ʰ		mm.
1	14, 2	13, 4	15, 2	14, 3	57	43	59	53	5	8	5	W	W	NW	7	9, 0
2	14, 3	12, 2	15, 1	13, 9	59	36	67	54	5	3	3	NW	SW	NE	10	5, 7
3	16, 2	15, 8	16, 9	16, 3	69	68	69	69	5	7	0	NW	SE	SW	5	5, 6
4	15, 1	14, 9	16, 0	15, 3	63	48	61	57	0	2	0	NW	NW	SE	9	4, 3
5	12, 9	10, 1	12, 6	11, 9	47	28	42	39	0	0	8	W	SE	SW	13	6, 3
6	12, 8	12, 7	11, 6	12, 4	53	74	64	64	8	8	9	E	S	NW	14	7, 0
7	10, 3	7, 7	12, 6	10, 2	53	30	56	46	1	2	0	NW	W	SE	11	6, 2
8	11, 1	10, 6	14, 7	12, 1	53	39	63	52	0	1	0	W	NW	SE	8	7, 0
9	13, 0	10, 7	14, 9	12, 9	55	38	60	51	0	0	0	N	NW	SE	6	5, 4
10	13, 1	11, 7	15, 3	13, 4	49	36	57	47	0	0	0	NE	NW	S	7	5, 7
11	9, 9	12, 3	9, 1	10, 4	35	37	31	34	0	0	3	SW	NW	SW	14	10, 2
12	12, 2	7, 2	10, 5	10, 0	64	35	60	53	3	3	1	W	NW	NW	17	9, 5
13	9, 7	6, 8	8, 5	8, 3	58	31	44	44	0	0	0	W	S	SE	6	5, 4
14	9, 9	8, 8	9, 3	9, 3	57	40	48	48	0	4	0	NW	N	SE	7	7, 5
15	9, 2	9, 4	10, 9	9, 8	49	39	55	48	0	2	0	W	NW	SE	7	5, 9
16	10, 5	10, 5	13, 0	11, 3	52	41	61	51	0	2	2	?	N	NE	9	6, 6
17	14, 9	12, 5	11, 7	13, 0	78	65	66	70	8	10	9	NW	S	W	11	4, 4
18	12, 3	14, 5	13, 8	13, 5	80	81	78	80	10	8	7	W	NW	W	8	3, 1
19	11, 2	10, 9	12, 1	11, 4	57	44	55	52	0	2	4	W	NW	SW	8	7, 2
20	12, 3	11, 3	14, 1	12, 5	53	39	59	50	2	0	0	?	E	W	9	6, 1
21	12, 8	13, 6	11, 5	12, 6	53	46	47	49	0	0	0	NW	NE	SE	9	7, 7
22	15, 4	13, 6	15, 3	14, 8	68	44	59	57	0	1	0	NW	N	SE	5	6, 8
23	14, 1	15, 3	15, 1	14, 8	56	50	68	58	0	5	0	N	NW	NW	5	6, 1
24	13, 9	14, 2	14, 2	14, 1	64	51	58	58	0	5	3	NW	N	SW	6	5, 3
25	13, 3	13, 5	13, 8	13, 5	52	42	52	49	4	5	3	S	NW	NW	14	6, 7
26	14, 9	16, 5	15, 3	15, 6	57	74	84	72	9	10	2	SW	N	NW	21	6, 0
27	14, 3	16, 1	9, 7	13, 4	88	67	44	66	10	5	1	NW	N	SW	8	2, 6
28	10, 1	9, 4	8, 6	9, 4	46	35	41	41	2	3	4	W	SW	W	17	5, 9
29	14, 5	11, 1	8, 2	11, 3	72	52	43	56	10	9	0	SW	SW	W	22	6, 6
30	9, 1	7, 6	7, 9	8, 2	47	34	43	41	0	0	0	SW	SW	SW	21	6, 2
31	8, 7	8, 0	6, 8	7, 8	48	35	35	39	0	5	0	NW	N	W	13	6, 2
	12, 5	11, 7	12, 4	12, 2	58	46	56	53	3	4	2				11	6, 3

Tens. del vapor acq. mass. 16, 9 mm g. 3
» » » » min. 6, 8 » 13 e 31
» » » » media 12, 2

Umidità relativa mass. 88 g. 27
» » min. 28 » 5
» » media 53

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
9	4	2	11	5	15	17	28

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

3

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	SETTEMBRE 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	757, 4	755, 9	755, 2	756, 2	20, 4	25, 6	23, 1	26, 1	16, 9	21, 6		
2	754, 6	752, 4	752, 4	753, 1	20, 2	25, 7	22, 8	25, 8	16, 7	21, 4		
3	752, 1	751, 9	752, 3	752, 1	21, 7	26, 3	23, 5	26, 8	19, 6	22, 9		
4	752, 5	752, 5	754, 8	753, 3	22, 6	29, 0	24, 0	29, 4	21, 0	24, 3		
5	758, 4	757, 6	758, 1	758, 0	21, 4	26, 8	23, 2	27, 1	19, 7	22, 9		
6	756, 7	755, 7	756, 1	756, 2	22, 6	27, 8	23, 4	27, 9	20, 0	23, 5		
7	757, 2	756, 0	756, 3	756, 5	22, 2	27, 2	23, 6	27, 2	19, 9	23, 2		
8	757, 0	755, 9	756, 3	756, 4	23, 0	28, 0	23, 9	28, 0	20, 7	23, 9		
9	757, 2	756, 2	756, 1	756, 5	22, 0	26, 2	25, 2	27, 4	20, 0	23, 7		
10	757, 1	755, 8	757, 0	756, 6	23, 6	28, 6	24, 7	28, 7	21, 8	24, 7		
11	758, 1	756, 9	757, 1	757, 4	24, 2	28, 0	24, 4	28, 6	21, 9	24, 8		
12	756, 8	756, 2	757, 0	756, 7	23, 9	27, 8	25, 0	28, 3	22, 0	24, 8		
13	758, 5	756, 7	756, 6	757, 3	23, 0	28, 4	24, 3	28, 8	21, 1	24, 3		
14	755, 0	752, 3	752, 1	753, 1	23, 0	28, 2	24, 9	28, 4	19, 5	24, 0		
15	752, 8	752, 2	753, 2	752, 7	23, 2	26, 3	24, 2	26, 3	21, 2	23, 7		
16	754, 7	753, 2	754, 2	754, 0	22, 2	27, 0	24, 3	27, 2	20, 9	23, 7		
17	757, 9	757, 6	757, 4	757, 6	21, 8	25, 4	21, 8	25, 5	20, 2	22, 3		
18	757, 9	756, 8	757, 0	757, 2	21, 2	23, 8	20, 9	24, 1	17, 0	20, 8		
19	756, 4	754, 2	753, 8	754, 8	16, 4	18, 2	17, 4	20, 9	15, 4	17, 5	9, 4	pioggia
20	751, 9	751, 4	751, 7	751, 7	17, 0	18, 3	18, 0	19, 0	16, 2	17, 6	0, 4	pioggia
21	752, 6	752, 0	752, 1	752, 2	14, 4	17, 4	17, 0	18, 0	14, 4	16, 0	3, 7	pioggia
22	752, 2	751, 5	751, 8	751, 8	15, 6	18, 6	17, 2	19, 2	15, 0	16, 8	2, 3	pioggia
23	751, 1	750, 8	751, 4	751, 1	17, 4	19, 6	17, 2	19, 9	14, 1	17, 2		
24	750, 8	750, 3	755, 0	750, 5	14, 8	16, 2	16, 4	17, 8	13, 7	15, 7	8, 2	pioggia
25	750, 5	749, 8	750, 2	750, 2	16, 2	21, 3	18, 6	21, 3	15, 6	17, 9		
26	751, 2	751, 3	750, 7	751, 1	18, 8	21, 3	19, 1	21, 4	16, 5	19, 0		
27	748, 3	748, 1	749, 2	748, 5	18, 5	21, 2	17, 9	21, 4	15, 7	18, 4	1, 7	pioggia
28	751, 6	751, 7	751, 3	751, 5	18, 2	21, 4	18, 1	21, 5	15, 5	18, 3		
29	753, 6	753, 4	753, 3	753, 4	15, 7	18, 2	17, 5	19, 2	15, 3	16, 9	2, 7	pioggia
30	751, 8	750, 9	750, 9	751, 2	17, 4	19, 9	18, 0	20, 3	15, 1	17, 7	3, 0	pioggia
	754, 5	753, 6	753,9	754, 0	20, 1	23, 9	21, 3	24, 4	18, 1	21, 0	31, 4	

Altezza barometrica massima	758, 5	g	13	Temperatura massima	29°, 4	g.	4
» » minima	748, 1	»	27	» minima	13, 7	»	24
» » media	754, 0			» media	21, 0		

Nebbia nei giorni 6, 24, 25, 29, 30.
Temporale nel giorno 19.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m,8)

SETTEMBRE 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	9^h	15^h	21^h		mm.
1	10,0	8,0	7,8	8,6	56	33	37	42	0	1	0	SW	S	W	4	6,6
2	9,3	9,1	9,5	9,3	53	37	46	45	0	5	2	W	NW	SW	6	5,2
3	9,5	8,4	11,7	9,9	49	33	54	45	5	6	0	S	W	S	11	6,8
4	10,7	9,9	14,8	11,8	52	33	66	50	2	5	0	W	W	S	12	6,7
5	14,9	14,1	14,4	14,5	78	54	68	67	0	1	0	W	S	E	5	5,0
6	14,5	15,4	15,0	15,0	71	55	70	65	0	6	2	?	N	N	6	4,8
7	13,4	12,3	14,7	13,5	67	46	68	60	0	4	0	W	NW	SE	9	7,0
8	13,9	13,7	16,0	14,5	66	49	73	63	0	1	0	W	NW	SE	5	4,7
9	16,2	15,0	13,4	14,9	82	59	56	66	1	1	0	W	W	?	4	3,9
10	13,9	13,5	15,2	14,2	64	46	66	59	1	1	0	W	N	NE	8	5,4
11	12,5	13,5	13,9	13,3	56	48	61	55	0	1	0	NW	N	SE	7	6,7
12	11,6	11,3	13,7	12,2	73	41	58	57	0	0	0	W	NW	NW	6	6,9
13	11,1	9,0	11,8	10,6	53	31	52	45	0	0	0	W	W	SE	6	8,0
14	12,6	11,7	11,8	12,0	61	41	50	51	2	2	2	N	W	NE	6	6,1
15	11,4	11,2	12,7	11,8	54	44	57	52	5	7	0	W	NW	SW	7	8,8
16	11,6	11,4	10,4	11,1	58	43	46	49	0	0	0	SW	W	NW	9	5,3
17	11,2	9,3	11,8	10,8	57	39	61	52	2	2	0	W	SW	SE	8	7,0
18	11,9	10,3	11,7	11,3	63	47	64	58	0	8	9	NE	NE	SE	11	5,9
19	10,5	12,9	13,0	12,1	75	83	88	82	10	10	10	W	NE	NE	8	2,9
20	12,6	12,1	11,6	12,1	88	77	75	80	10	8	10	SW	W	NW	4	1,7
21	11,1	11,2	10,1	10,8	91	76	70	79	10	9	10	W	W	NW	5	2,1
22	10,9	10,8	11,4	11,0	83	68	78	76	10	8	10	NW	NW	S	5	2,0
23	10,8	11,1	11,6	11,2	73	65	75	71	2	10	4	N	N	NW	4	2,4
24	11,7	12,3	12,1	12,0	93	89	87	90	10	10	8	?	W	SE	5	1,5
25	12,7	11,5	12,5	12,2	93	61	79	78	10	10	5	SW	W	W	6	1,2
26	11,5	9,2	11,8	10,8	71	49	72	64	2	6	10	?	N	E	4	3,6
27	12,3	11,9	12,7	12,3	78	63	83	75	10	8	10	W	S	NW	9	3,5
28	8,5	7,7	11,0	9,1	55	41	71	56	0	5	6	SW	N	S	11	3,8
29	12,0	13,2	12,9	12,7	90	85	87	87	10	10	8	W	NW	NW	9	3,1
30	13,3	12,0	10,0	11,8	90	70	65	75	10	3	0	?	NW	W	5	1,8
	11,9	11,4	12,4	11,9	70	54	66	63	4	5	4				7	4,7

Tens. del vapor acq. mass. 16,2^{mm} g. 9
» » » » min. 7,7 » 28
» » » » media 11,9
Umidità relativa mass. 93 g. 24 e 25
» » min. 31 » 13
» » media 63

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
9	6	2	7	8	8	28	17

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
4

OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE
FATTE NELL' OSSERVATORIO DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA (alt. 83m, 8)

OTTOBRE 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	749, 5	748, 2	747, 5	748, 4	18, 8	21, 0	17, 9	21, 1	15, 9	18, 4	0, 6	pioggia
2	745, 6	745, 0	745, 9	745, 5	14, 0	16, 0	14, 0	17, 9	13, 1	14, 8	4, 1	pioggia
3	745, 1	745, 0	749, 1	746, 4	13, 6	16, 4	11, 1	16, 8	8, 2	12, 4	4, 8	pioggia
4	753, 1	752, 7	752, 6	752, 8	12, 0	15, 6	14, 0	16, 1	9, 7	13, 0		
5	747, 9	745, 9	746, 4	746, 7	13, 4	19, 0	15, 5	19, 5	11, 1	14, 9		
6	747, 2	747, 0	749, 4	747, 9	14, 8	19, 0	16, 2	19, 4	12, 9	15, 8		
7	755, 2	754, 6	756, 3	755, 4	12, 2	16, 4	13, 0	16, 5	10, 3	13, 0	0, 2	pioggia
8	757, 7	757, 1	757, 6	757, 5	10, 8	13, 6	11, 6	14, 2	10, 4	11, 8		
9	758, 9	756, 7	755, 3	757, 0	9, 2	13, 5	11, 4	13, 6	7, 0	10, 3		
10	751, 3	750, 3	751, 3	751, 0	8, 0	13, 4	11, 3	13, 9	6, 1	9, 8		
11	751, 5	751, 9	754, 4	752, 6	10, 4	13, 2	10, 9	13, 5	9, 7	11, 1		
12	757, 6	756, 8	756, 8	757, 1	9, 4	12, 8	10, 1	13, 0	8, 5	10, 3	0, 1	pioggia
13	757, 0	755, 1	753, 9	755, 3	10, 6	15, 0	12, 4	15, 2	7, 3	11, 5		
14	749, 5	748, 4	751, 1	749, 7	12, 6	14, 8	13, 0	15, 0	9, 1	12, 4		
15	753, 8	751, 7	751, 0	752, 2	9, 0	14, 0	13, 1	14, 4	8, 6	11, 3		
16	748, 4	747, 4	747, 6	747, 8	12, 0	15, 2	13, 3	15, 4	10, 5	12, 8		
17	749, 6	751, 4	753, 3	751, 4	11, 2	12, 2	10, 3	13, 3	10, 2	11, 3	1, 2	pioggia
18	754, 9	754, 0	755, 1	754, 7	8, 6	12, 6	10, 4	13, 0	7, 1	9, 8		
19	757, 7	756, 5	756, 4	756, 9	7, 3	11, 7	9, 0	12, 1	6, 6	8, 8		
20	753, 3	751, 6	752, 3	752, 4	6, 5	10, 6	9, 6	10, 8	5, 0	8, 0		
21	751, 8	752, 0	753, 1	752, 3	6, 6	7, 0	7, 0	9, 6	6, 6	7, 5	10, 2	pioggia
22	754, 8	754, 3	755, 2	754, 8	8, 2	11, 2	9, 3	11, 5	5, 7	8, 7		
23	755, 4	754, 5	755, 2	755, 0	7, 4	8, 2	8, 2	9, 3	6, 8	7, 9	5, 0	pioggia
24	755, 9	754, 6	754, 4	755, 0	8, 4	7, 7	6, 8	8, 6	6, 8	7, 7	14, 4	pioggia
25	751, 3	750, 4	752, 1	751, 3	6, 0	6, 0	6, 2	6, 8	5, 4	6, 1	47, 7	pioggia
26	754, 0	755, 0	756, 4	755, 1	4, 0	4, 9	5, 6	6, 2	3, 7	4, 9	23, 3	pioggia
27	761, 3	761, 6	762, 2	761, 7	5, 2	8, 0	5, 3	8, 2	4, 8	5, 9		
28	760, 9	758, 4	759, 4	759, 6	5, 2	10, 1	7, 4	10, 4	3, 0	6, 5		
29	758, 9	756, 9	757, 0	757, 6	5, 5	11, 3	8, 3	11, 6	3, 6	7, 3		
30	755, 9	754, 0	754, 1	754, 7	6, 6	10, 1	9, 3	10, 4	6, 2	8, 1		
31	751, 1	749, 6	750, 3	750, 3	7, 7	9, 3	8, 8	9, 6	7, 0	8, 3	10, 1	pioggia
	753, 4	752, 5	753, 3	753, 1	9, 5	12, 6	10, 7	13, 1	8, 0	10, 3	121, 7	

Altezza barometrica massima 762, 2 g. 27
» » minima 745, 0 » 2 e 3
» » media 753, 1

Temperatura massima 21°, 1 g. 1
» minima 3, 0 » 28
» media 10, 3

Nebbia nei giorni 8, 9, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31.
Brina nei giorni 28, 29. — Temporale nel giorno 3.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m, 8)

OTTOBRE 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	9,8	8,1	9,5	9,1	61	43	62	55	5	6	10	S	SW	W	14	4,3
2	9,5	7,3	8,2	8,3	80	54	69	68	5	5	2	W	NW	S	9	3,7
3	8,0	8,1	7,9	8,0	69	58	80	69	6	7	3	NW	W	W	6	2,6
4	4,7	5,4	6,3	5,5	45	41	53	46	0	0	0	W	N	W	8	3,8
5	7,8	9,4	9,9	9,0	69	58	76	68	6	4	0	NW	SW	N	9	3,0
6	9,0	6,7	3,8	6,5	72	41	28	47	0	2	0	W	SW	NW	9	4,0
7	4,6	4,1	4,3	4,3	43	30	39	37	0	0	0	NW	W	SW	9	7,0
8	5,2	6,5	7,1	6,3	54	56	70	60	10	8	4	W	N	W	7	3,8
9	6,4	3,3	5,4	5,0	73	28	54	52	5	2	0	W	NW	W	5	2,7
10	5,8	4,6	5,6	5,3	72	40	56	56	6	2	4	N	SW	N	7	3,5
11	5,5	4,9	6,7	5,7	58	43	69	57	10	10	7	SW	N	NW	11	2,6
12	7,0	5,6	6,9	6,5	79	51	74	68	2	5	0	?	N	S	4	2,2
13	4,7	5,0	5,7	5,1	49	39	51	46	0	0	0	SW	W	W	7	2,7
14	7,4	7,0	6,4	6,9	68	56	58	61	10	0	0	W	NW	NE	5	2,7
15	7,7	8,0	8,4	8,0	89	67	75	77	10	0	10	NW	W	?	4	1,8
16	8,8	8,8	9,4	9,0	84	68	83	78	10	10	10	?	?	NE	1	1,6
17	8,7	7,4	6,4	7,5	87	73	69	76	10	4	0	NW	NE	SE	7	2,0
18	6,5	5,5	6,8	6,3	78	50	72	67	0	2	3	SW	W	S	5	2,4
19	5,0	5,6	5,3	5,3	65	54	62	60	10	2	0	W	SW	W	5	2,5
20	5,6	5,8	6,6	6,0	75	61	74	70	10	10	10	?	NW	?	3	1,6
21	6,4	6,6	5,9	6,3	88	88	78	85	10	10	10	W	NW	W	6	1,2
22	6,1	6,3	7,0	6,5	75	64	80	73	0	10	10	?	SW	E	10	1,2
23	6,6	7,5	7,6	7,2	86	92	93	90	10	10	10	W	N	N	4	1,7
24	7,6	7,3	6,7	7,2	92	93	91	92	10	10	10	?	W	?	3	0,4
25	6,4	6,6	6,1	6,4	91	94	86	90	10	10	10	W	SW	E	4	1,4
26	5,5	6,3	5,8	5,9	90	97	85	91	10	10	10	W	W	SW	7	0,2
27	5,8	4,5	4,6	5,0	87	56	69	71	0	0	0	W	E	S	5	0,9
28	4,4	5,4	4,5	4,8	66	59	58	61	0	0	0	W	NW	SW	5	1,8
29	5,4	5,8	6,1	5,8	80	58	74	71	5	0	0	SW	NW	N	5	1,1
30	6,4	7,0	7,2	6,9	88	75	83	82	0	0	10	NW	N	NW	4	1,2
31	6,7	7,7	7,8	7,4	86	88	92	89	8	10	10	NW	?	NW	3	0,7
	6,6	6,4	6,6	6,5	74	60	70	68	6	5	5				6	2,3

Tens. del vapor acq. mass. 9,9 mm g. 5
» » » » min. 3,3 » 9
» » » » media 6,5

Umidità relativa mass. 97 g. 26
» » min. 28 » 6 e 9
» » media 68

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
11	3	3	1	5	14	28	18

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
5

Osservazioni meteorologiche

fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	NOVEMBRE 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	751, 1	750, 1	749, 1	750, 1	8, 0	10, 4	9, 8	10, 7	7, 8	9, 1	0, 4	pioggia
2	744, 9	747, 0	748, 2	746, 7	11, 8	14. 0	11, 3	14, 5	9, 3	11, 7	8. 6	pioggia
3	754, 6	756, 4	758, 1	756, 4	10, 0	13, 6	11, 3	14, 2	7, 9	10, 9	2, 2	pioggia
4	759, 5	758, 5	757, 3	758, 4	9, 5	10, 8	11, 1	11, 3	9, 5	10, 4	7, 1	pioggia
5	753, 4	748, 6	745, 2	749, 1	10, 7	12, 3	16, 3	16, 5	10, 6	13, 5	0, 5	pioggia
6	747, 9	747, 0	748, 9	747, 9	13, 2	16, 2	13, 3	17, 0	11, 9	13, 9		
7	749, 0	749, 8	751, 0	749, 9	8, 6	11, 3	10, 7	13, 3	8, 6	10, 3	4, 9	pioggia
8	751, 1	746, 3	746, 1	747, 8	9, 2	7, 8	8, 3	10, 7	7, 6	9, 0	54, 5	pioggia
9	749, 5	751, 0	752, 7	751, 1	10, 3	13, 2	10, 1	14, 3	8, 2	10, 7	0, 1	pioggia
10	755, 5	755, 0	755, 2	755, 2	8, 8	12, 4	10, 0	12, 8	7, 8	9, 9		
11	755, 0	753, 0	751, 7	753, 2	8, 8	11, 6	9, 8	12, 0	7, 4	9, 5		
12	740, 1	741, 7	742, 7	741, 5	7, 2	7, 8	6, 7	10, 4	6, 7	7, 8	1, 7	pioggia
13	738, 0	735, 6	734, 5	736, 0	4, 4	6, 2	6, 2	6, 9	3, 7	5, 3	9, 3	pioggia
14	732, 9	733, 5	735, 7	734. 0	6. 3	9, 6	7, 7	10, 0	5, 5	7, 4		
15	741, 0	740, 7	736, 9	739, 5	4, 8	4, 7	7, 3	7, 7	4, 2	6, 0	2, 5	pioggia
16	735, 9	738, 8	743, 3	739. 3	6, 2	7, 8	6, 8	8, 4	6, 2	6, 9	15, 0	pioggia
17	752, 3	755, 3	759, 5	755, 7	7, 6	10, 1	7, 1	10, 9	6, 3	8, 0		
18	761, 9	761, 3	760, 8	761, 3	4, 8	5, 8	5, 0	7, 1	4, 0	5, 2		
19	757. 4	753, 5	751, 0	754, 0	4, 8	6, 2	6, 6	6, 6	4, 7	5, 7	0, 9	pioggia
20	755, 1	755, 3	758, 5	756, 3	5 1	11, 0	6, 6	11, 2	4, 4	6, 8		
21	760, 1	758, 8	758, 3	759, 1	5, 2	6, 0	6, 5	6, 6	5, 2	5, 9	12, 3	pioggia
22	758, 4	757, 8	756, 4	757, 5	7, 7	8, 8	7, 4	8, 9	6, 4	7, 6	11, 2	pioggia
23	753. 5	754, 2	754, 2	754, 0	7, 6	9, 6	8, 9	9, 9	6, 9	8, 3	18, 2	pioggia
24	749, 8	749, 6	750, 4	749, 9	8, 0	10, 6	8, 0	10, 8	7, 2	8, 5		
25	751, 9	754, 8	757, 3	754, 7	6. 8	8, 8	7, 3	9, 0	5, 8	7, 2	0, 3	pioggia
26	758, 5	758, 5	758, 7	758, 6	5, 5	8, 8	7, 1	9, 1	4, 4	6, 5		
27	756, 5	753, 9	754, 2	754, 9	6, 3	8, 4	6, 4	8, 7	6, 2	6, 9	0, 1	pioggia
28	754, 3	752, 9	752, 5	753, 2	4, 7	7, 1	5, 9	7, 3	4, 1	5, 5		
29	749, 8	746, 6	748, 9	748, 4	5, 3	7, 2	6, 9	7, 4	4, 8	6, 1	7, 1	pioggia
30	753, 5	755, 3	757, 6	755, 5	5, 0	7, 6	7, 3	7, 8	4, 2	6, 1	0, 2	pioggia
	751, 1	750, 7	751, 2	751, 0	7, 4	9, 5	8, 5	10, 4	6, 6	8, 2	157, 1	

Altezza barometrica massima 761, 9 g 18
» » minima 732, 9 » 14
» » media 751, 0

Temperatura massima 17°, 0 g. 6
» minima 3, 7 » 13
» media 8, 2

Nebbia nei giorni 1, 3, 4, 5, 7, 8, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30.
Brina nei giorni 15, 26.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m, 8)

Giorni del mese	NOVEMBRE 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale														Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento				
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	9^h	15^h	21^h		mm.
1	7, 6	8, 5	8, 6	8, 2	94	90	95	93	10	10	10	?	?	SE	6	0, 4
2	6, 9	5, 3	6, 7	6, 3	67	45	67	60	7	4	9	SW	SW	SW	26	1, 6
3	6, 4	6, 9	8, 0	7, 1	70	59	80	70	0	6	10	?	?	?	5	2, 6
4	8, 5	9, 2	9, 5	9, 1	96	95	96	96	10	10	10	W	?	NE	3	1, 1
5	9, 4	9, 9	10, 2	9, 8	97	93	74	88	10	10	8	W	SE	S	10	0, 3
6	7, 8	7, 7	7, 2	7, 6	69	56	63	63	3	2	0	W	SE	W	8	2, 2
7	7, 9	8, 6	8, 4	8, 3	94	86	87	89	10	10	7	N	NW	N	2	1, 5
8	8, 0	7, 5	6, 1	7, 2	92	94	74	87	10	10	10	SE	NW	W	9	0, 5
9	6, 9	5, 8	4, 4	5, 7	73	51	48	57	7	6	0	W	SW	SW	16	2, 3
10	5, 3	6, 5	5, 9	5, 9	63	61	64	63	0	0	8	NW	?	S	10	2, 9
11	5, 5	5, 9	5, 6	5, 7	65	57	62	61	0	0	0	SW	E	E	12	2, 0
12	6, 7	6, 6	5, 7	6, 3	88	83	78	83	10	10	0	SW	SW	SE	18	1, 7
13	5, 7	6, 5	6, 1	6, 1	90	91	86	89	10	10	10	?	NW	NW	6	0, 7
14	6, 0	5, 5	5, 7	5, 7	83	62	72	72	8	1	0	SW	NW	SW	4	0, 4
15	5, 8	6, 1	6, 7	6, 2	90	95	87	91	10	10	10	S	S	NW	5	0, 9
16	6, 0	6, 4	5, 9	6, 1	85	80	79	81	10	10	4	SW	NW	SW	9	1, 1
17	6, 4	6, 3	6, 6	6, 4	88	68	87	81	2	3	0	SE	NW	S	8	1, 7
18	6, 2	5, 9	4, 4	5, 5	97	85	89	90	10	10	10	?	?	W	2	1, 1
19	5, 9	6, 9	7, 0	6, 6	93	97	95	95	10	10	10	W	N	SE	7	0, 4
20	5, 9	8, 3	7, 1	7, 1	89	85	97	90	9	4	10	NW	NW	NW	3	1, 0
21	6, 4	6, 8	7, 1	6, 8	97	97	98	97	10	10	10	W	W	W	3	0, 3
22	6, 7	6, 9	7, 3	7, 0	86	81	94	87	10	10	10	W	?	NW	7	1, 1
23	7, 4	7, 5	6, 5	7, 1	94	84	76	85	10	4	3	W	W	SW	9	0, 9
24	6, 5	6, 9	6, 9	6, 8	80	72	86	79	7	0	0	SW	NW	SE	13	1, 7
25	7, 0	7, 2	6, 3	6, 8	94	85	83	87	10	5	0	W	W	W	8	0, 7
26	5, 5	6, 9	6, 3	6, 2	81	81	84	82	2	0	7	NW	SW	?	7	1, 2
27	6, 6	6, 9	6, 5	6, 7	92	83	89	88	10	6	10	SW	SW	NW	3	0, 4
28	6, 1	6, 6	6, 4	6, 4	95	87	92	91	10	10	10	?	SE	NE	5	1, 1
29	7, 6	7, 2	6, 2	7, 0	98	94	82	91	10	10	2	SW	SE	E	9	0, 2
30	6, 2	7, 1	6, 9	6, 7	95	91	90	92	8	10	10	W	NW	NW	7	0, 9
	6, 7	7, 0	6, 7	6, 8	87	80	82	83	8	7	6				8	1, 2

Tens. del vapor acq. mass. 10, 2 mm g. 5
» » » » min. 4, 4 » 9 e 18
» » » » media 6, 8

Umidità relativa mass. 98 g. 21 e 29
» » min. 45 » 2
» » media 83

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
3	2	3	10	5	18	18	18

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

7

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	DICEMBRE 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	759, 3	759, 4	760, 8	759, 8	7, 6	8, 0	7, 7	8, 4	6, 8	7, 6	0, 5	pioggia
2	761, 1	761, 2	762, 5	761, 6	7, 2	8, 6	8, 4	8, 7	6, 8	7, 8	2, 0	pioggia
3	761, 4	761, 2	762, 1	761, 6	5, 8	6, 5	6, 2	8, 4	5. 6	6, 5		
4	761, 7	759, 8	759, 4	760, 3	4, 8	6, 2	6, 4	6, 4	4, 5	5, 5		
5	758, 7	758, 1	758, 9	758, 6	5, 7	6, 4	6, 0	6, 8	5, 3	6, 0		
6	760, 3	760, 4	761, 8	760, 7	5, 6	5, 9	6, 3	6, 4	5, 6	6, 0		
7	762, 4	762, 9	764, 4	763, 2	5, 6	7, 4	6, 3	7, 8	4, 7	6, 1		
8	766, 0	764, 8	764. 9	765, 2	4, 7	8, 5	7, 2	8, 8	4, 2	6, 2		
9	762. 5	759, 4	757, 2	759, 7	6, 8	8, 6	7, 3	9, 0	5, 4	7, 1		
10	757, 6	760, 9	764, 5	761, 0	6. 2	5, 8	6, 9	7, 3	5, 2	6, 4	3, 5	pioggia
11	768, 3	768, 4	769, 4	768, 6	4, 2	7, 6	4, 1	8, 0	4, 1	5, 1		
12	770, 2	768, 2	767, 9	768, 8	1, 5	5, 8	2, 8	6, 2	1, 5	3, 0		
13	766, 0	764, 5	762, 5	764, 3	3, 0	5, 7	5, 0	6, 1	1, 8	4, 0		
14	756, 8	756, 0	759, 4	757, 4	5, 2	7, 8	4, 4	8, 2	3, 9	5, 4		
15	764, 1	763, 6	764, 1	763. 9	3, 2	7. 0	4, 6	7, 3	1, 9	4, 3		
16	761, 6	759, 5	759, 0	760, 0	4, 8	7, 4	5, 3	7, 6	3, 1	5, 2		
17	759, 0	757, 9	759, 9	758, 9	2, 6	6, 8	4, 6	7, 1	1, 0	3, 8		
18	762, 6	762, 8	763, 7	763, 0	3, 2	4, 6	3, 9	5, 4	1, 6	3, 5		
19	764, 1	763, 7	764, 2	764, 0	4, 0	5, 4	5, 0	5, 6	3, 6	4, 6		
20	765, 6	765, 9	767, 2	766, 2	4, 1	4, 3	4, 8	5, 0	3, 6	4, 4	1, 0	pioggia
21	768, 1	767, 7	767, 8	767, 9	2, 0	1, 4	0, 9	5, 0	0, 9	2, 2		
22	767, 5	765, 4	765, 3	766, 1	— 0, 9	0, 1	0, 0	0, 9	— 1, 1	— 0, 3		
23	764, 0	762, 4	762, 7	763, 0	— 2, 6	1, 4	— 0, 9	1, 9	— 3, 2	— 1, 2		
24	764, 1	763, 7	764, 4	764, 1	— 2, 7	2, 8	— 0, 4	3, 1	— 3, 2	— 0, 8		
25	766, 1	765, 0	765, 2	765, 4	— 1, 6	2, 8	— 1, 7	3, 3	— 2, 2	— 0, 6		
26	764, 4	763, 3	762, 4	763, 4	— 4, 4	— 2, 2	— 1, 3	— 1, 3	— 4, 4	— 2, 9		
27	759, 5	757, 4	757, 2	758, 0	— 0, 4	1, 8	1, 6	2, 2	— 1, 7	0, 4		
28	754, 2	752, 5	751, 2	752, 6	2, 2	2, 7	2, 9	2, 9	1, 0	2, 3		
29	748, 4	746, 9	747, 2	747, 5	2, 8	5, 2	3, 7	5, 2	2, 6	3, 6	0.6	pioggia
30	747, 7	747, 8	748, 1	747, 9	4. 0	4, 0	3, 6	5, 2	2, 6	3, 9		
31	756, 2	759, 9	762, 5	759, 5	0, 4	4, 2	0, 2	5, 1	— 0, 8	1, 2		
	761, 6	761, 0	761, 5	761, 4	3, 1	5, 1	3, 9	5, 7	2, 3	3, 8	7, 6	

Altezza barometrica massima	770, 2	g. 12		Temperatura massima	9°, 0	g.	9
» » minima	746, 9	»	29	» minima	— 4, 4	»	26
» » media	761, 4			» media	3, 8		

Nebbia nei giorni 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31.
Brina nei giorni 12, 13, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	DICEMBRE 1905 — Tempo medio dell' Europa centrale														Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento				
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm
1	6, 5	6, 5	6, 5	6, 5	83	80	83	82	9	10	10	NW	NW	W	9	1, 2
2	7, 0	7, 3	6, 7	7, 0	93	87	81	87	10	9	10	NW	W	E	10	0, 9
3	6, 1	6, 5	6, 1	6, 2	88	90	86	88	10	10	10	NW	NW	NW	4	1, 1
4	5, 8	5, 4	5, 5	5, 6	90	76	76	81	10	10	10	W	NW	N	2	0, 6
5	5, 9	5, 9	5, 7	5, 8	86	82	82	83	10	10	10	?	?	N	0	1, 1
6	6, 0	6, 0	6, 2	6, 1	88	86	86	87	10	10	10	W	N	S	2	0, 2
7	6, 4	5, 3	5, 6	5, 8	94	69	78	80	2	9	7	W	NW	NW	4	1, 3
8	4, 9	6, 2	5, 6	5, 6	76	74	74	75	0	0	0	W	SW	W	8	1, 5
9	5, 3	6, 1	6, 0	5, 8	71	73	78	74	5	7	5	S	NW	W	6	1, 4
10	6, 4	6, 7	6, 9	6, 7	89	97	93	93	10	10	10	W	W	W	4	0, 9
11	4, 7	3, 7	4, 3	4, 2	75	48	69	64	2	0	0	NW	NW	NW	6	0, 8
12	3, 9	3, 8	3, 9	3, 9	76	55	69	67	0	0	0	W	N	W	5	1, 7
13	3, 2	3, 5	2, 9	3, 2	56	51	45	51	0	0	0	W	NW	SW	11	2, 8
14	2, 3	3, 4	4, 1	3, 3	34	43	65	47	2	0	0	W	NW	?	11	3, 4
15	4, 2	5, 6	4, 4	4, 7	73	74	69	72	0	0	0	?	?	W	3	1, 3
16	4, 2	5, 1	4, 7	4, 7	65	66	71	67	0	0	0	W	?	NW	5	1, 3
17	4, 8	5, 3	5, 3	5, 1	86	71	84	80	7	0	0	?	NW	E	3	0, 9
18	5, 0	5, 1	5, 2	5, 1	86	81	85	84	10	9	10	W	NW	N	3	0, 3
19	5, 1	5, 5	5, 5	5, 4	83	81	84	83	10	10	10	NW	NW	?	2	1, 0
20	5, 2	5, 3	5, 6	5, 4	85	85	87	86	10	10	10	?	S	W	1	0, 3
21	4, 7	4, 9	4, 8	4, 8	89	96	98	94	10	10	10	?	NW	NW	2	0, 4
22	4, 2	4, 4	4, 4	4, 3	98	96	96	97	10	10	10	NW	NW	W	4	gelato
23	3, 7	4, 7	4, 1	4, 2	98	93	96	96	10	2	10	NW	W	NW	2	gelato
24	3, 6	4, 9	4, 1	4, 2	96	88	92	92	7	0	0	?	NW	?	1	gelato
25	4, 6	4, 8	3, 8	4, 4	88	84	94	89	0	0	10	NW	?	?	2	gelato
26	3, 2	3, 7	4, 1	3, 7	98	96	98	97	10	10	10	?	?	?	0	gelato
27	4, 0	4, 8	5, 2	4, 7	90	91	100	94	10	10	10	W	?	?	1	gelato
28	5, 2	5, 5	5, 6	5, 4	96	98	98	97	10	10	10	W	?	?	0	gelato
29	5, 4	6, 0	5, 3	5, 6	97	91	88	92	10	10	5	NW	W	W	4	4, 2 (1)
30	5, 1	5, 9	5, 5	5, 5	83	97	93	91	0	0	0	W	SW	?	5	0, 8
31	4, 4	2, 7	4, 3	3, 8	92	43	93	76	9	0	0	E	E	E	10	0, 9
	4, 9	5, 2	5, 1	5, 1	84	79	84	82	7	6	6				4	1, 0

Tens. del vapor acq. mass. 7, 3 mm g. 2
» » » » min. 2, 3 » 14
» » » » media 5, 1
Umidità relativa mass. 100 g. 27
» » min. 34 » 14
» » media 82

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
5	0	5	0	3	3	26	29

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
6

(1) Comprende anche l' evaporazione dei giorni precedenti in cui l' evaporimetro era gelato.

LE ALTERAZIONI DEL SANGUE E LA PATOGENESI DELLA CLOROSI

COMUNICAZIONE

DEL

PROF. PIETRO ALBERTONI

(letta nella Sessione delli 11 Marzo 1906)

Scopo delle presenti ricerche è di indagare quale rapporto esista fra le modificazioni nella quantità di ferro dei sangue, nel numero dei globuli, nella quantità di emoglobulina ed i fenomeni clorotici; e se in altre malattie, specialmente in quelle che alterano il sangue, si abbiano diminuzioni nella quantità di ferro e di emoglobulina senza che si verifichino i fenomeni della clorosi.

Le determinazioni del ferro sono state fatte col metodo di Hamburger, quelle dell'emoglobulina coll'emometro di Fleischl, ed i miei risultati si riferiscono ad esperienze già da tempo e mano mano raccolte.

Riassumo nei due quadri seguenti i dati ottenuti ed aggiungo una breve storia clinica delle clorotiche studiate.

I principali casi di clorosi studiati sono brevemente qui esposti.

Parenti Ersilia d'anni 19. — La madre ha 49 anni ed è robusta; il padre è morto di pneumonite acuta; 5 sorelle godono buonissima salute. L'inferma abitò in campagna fino all'età di 13 anni e fino allora crebbe sana e robusta. Venuta di poi in città come servente, dopo pochi mesi fu assalita da una tosse ostinata senza espettorato e deperì notovolmente nella salute; cominciò a farsi pallida; non sopportava più, come per il passato, le fatiche, poichè veniva presa da spossatezza e cardiopalmo. Le venne poi cefalea frequente, e con essa disturbi di stomaco consistenti in poco appetito, senso di peso e nausea, e talvolta anche febbre. Questo stato di cose la obbligò più volte a mettersi in riposo; il riposo portava qualche miglioramento che scompariva quando l'ammalata tornava a faticare. L'inferma dice che i suoi disturbi, indipendentemente da ogni causa, sono sempre diminuiti nell'estate, aumentati nell'inverno. Mestruò a 14 $^1/_2$ anni, e le mestruazioni, eccetto un mese in cui mancarono, sono sempre comparse, ma piuttosto scarse. Nei sei anni di malattia tentò più volte la cura ferruginosa che dovette sempre sospendere, perchè lo stomaco non la tollerava.

Entrata nello spedale il 19 Marzo, 1894 dal 20 all'8 Aprile le furono fatte le iniezioni di pirofosfato di ferrocitro-amm.; l'8 Aprile globuli rossi 4.920.000. Si sospende l'ammini-

strazione di Fe. Il 23 Aprile si pratica un salasso di gr. 50 circa di sangue, globuli rossi (del sangue uscente dalla vena) 4.490.000. Le condizioni della malata in questo periodo erano press' a poco invariate: continuava la cefalea, il peso di stomaco, la debolezza generale; l' appetito, fin dall' entrata all' ospedale, era ricomparso.

Il 28 Aprile si riprendono le iniez. di pirofosfato di ferro.

Sangue estratto il 23 Aprile, quantità gr. 27,7. Determinazione come Fosfato, trovato 0,03123. Fe gr. 0,01158, cioè Fe 0,49 $^0/_{00}$. Determinazione col metodo d' Hamburger 0,48 ferro per $^0/_{00}$.

Zanoli Adalgisa d' anni 17, genitori morti, il padre di morte ignota, improvvisa! la madre a 37 anni, di tubercolosi, e una sorella a 15 anni della stessa malattia

Allattamento materno, accrescimento regolare, non ebbe nessuna malattia prima della presente. Crede che essa si sia sviluppata per il ballo e il mangiare carbone; ma soffriva di mancanza d' alimento. Quattro anni fa cominciò a soffrire di fiacchezza, palpitazione di cuore, a diventare pallida; non ha mai perduto l' appetito. Nel 1897 fu in Clinica Medica ove venne curata con ferro per bocca, riposo a letto, buona alimentazione. Vi stette un mese ed uscì migliorata; ma tornata a casa, dovendo lavorare e mangiar male, peggiorò.

Al presente, Novembre, ha il caratteristico aspetto clorotico, giallo, tumido; mangia, dorme, ha mestruazione regolare. Non può reggere a fatiche, ha palpitazione di cuore, soffio anemico. Ha inclinazione irresistibile per il caffè in grani ed i fondi di caffè.

QUADRO I — **Clorotiche.**

DATA		EMATIE	EMOGLOBULINA	FERRO $^0/_{00}$	FENOMENI
Marzo 1894	Ragazza d'anni 19	4,490,000	54	0,49 come fosfato 0,48 metodo Hamburger	Cefalea, peso allo stomaco, debolezza generale, appetito discreto.
Ottobre 1898	Ragazza d'anni 17	3,970,000	38	0,32	Aspetto clorotico caratteristico, giallo, tumido, non regge alle fatiche, palpitazione di cuore, soffio anemico, tendenza irresistibile per i grani di caffè e i fondi di caffè.
26 Giugno 1897	Ragazza d'anni 16 Peso Kg. 51,200	3,090,000	36	0,39	L'aspetto è quello caratteristico della clorosi: pallore del volto, delle congiuntive, apparente tumidezza, soffi dolci, inorganici.
31 Luglio	Peso Kg. 53,200	4,300,000		0,42	L'inferma si sente meglio, l'appetito è abbastanza buono, l'aspetto è migliorato; esce oggi dallo spedale. In questo periodo di tempo ebbe buona dieta, riposo e iniezioni giornaliere di g. 0,05 pirofosfato di ferro citro-sodico.
9 Luglio 1897	Ragazza d'anni 17	4,120,000		0,36 0,44	sta meglio.

Sviluppo scheletrico e muscolare normale. Passione per l'aceto e gli acidi. Si è cavata sangue.

9 Novembre 1898. Non tollera bene le iniezioni ipodermiche di ferro, (la 2ª ha determinato gonfiore e dolore); prende ferro (carbonato) per bocca e 200 gr. carne al giorno, sta a letto.

Le ricerche sul sangue il 24 Ottobre 1898 diedero il risultato seguente:

Globuli rossi 3,970,000 per ogni mmc., globuli abbastanza regolari per forma, alquanto disuguali di grandezza, pallidi. Emoglobina: il sangue segna 38 all'emometro di Fleischl.

Si pratica un salasso alla v. mediana del braccio destro, e si raccolgono gr. 31,1 di sangue per l'analisi.

Gr. 31,1 di sangue contengono gr. 0,010 Fe: Fe per 1000 gr. di sangue gr. 0,32.

2 Giugno 1899. La ragazza ha in questo periodo di tempo mangiato carne, preso ferro

Quadro II.

Data		Ematie	Emoglobulina	Ferro ‰	Fenomeni
18 Aprile	Uomo d'anni 42 venditore ambulante, deperito, leggermente scorbutico.	3,544,000	50	0, 30	
12 Maggio		5,120,000	65	0, 39	Dopo 14 iniezioni di 10 cg pirofosfato di ferro ciascuna.
1 Giugno	Uomo d'anni 50 scorbutico	3,160,000	40	0, 35	
1 Aprile 1893	Uomo d'anni 49 scorbutico	4,192,000	55	0, 30	
7 Aprile	Idem	4,832,000	60	—	
4 Maggio	Idem, guarito	4,352,000	65	0, 43	Dopo 10 iniezioni di pirofosfato di ferro.
4 Maggio 1903	Uomo d'anni 59 scorbutico	5,264,000	85	0, 43	
	Donna d'anni 50 con catarro bronchiale cronico.	3,025,600	—	0, 438	
	Uomo d'anni 19 ½ emofilliaco	5,400,000	75	0, 59	In un periodo di benessere.
	Uomo d'anni 23 studente, emofilliaco	5,070,000	—	0, 56	In un periodo di benessere.

per bocca, è stata in riposo. Sta meglio per il colorito, fenomeni subbiettivi ecc. Globuli 4,042,000 per ogni mm.^{3}

Letto N. 294. Franceschelli Bianca d'anni 16, nubile, sarta; nata a Bologna, domiciliata in via S. Carlo 43. Entrata nell'Ospedale il giorno 18 Giugno 1897.

Da circa tre anni è divenuta molto pallida, e da quindici giorni si sente talmente debole da essere costretta al letto; alle volte ha capogiri. Ha mestruato a 12 anni e mezzo, la mestruazione è stata regolare per un anno e mezzo, dopo le mestruazioni sono divenute abbondanti, duravano circa otto giorni, e l'ultimo mese sono ritornate per due volte. Non ha avuto leucorrea: ha appetito piuttosto scarso, l'alvo stitico e dice di evacuare solo ogni quindici giorni; l'urina è abbondante. Da una settimana si è accorta di aver febbre verso sera: dice di avere abbondanti sudori la notte: ha affanno di respiro e cardiopalmo per le più piccole fatiche. Ha preso per qualche tempo ferro e arsenico; ma dovette sospendere perchè perdeva l'appetito.

L'aspetto è quello caratteristico della clorosi; pallore del volto, delle congiuntive, apparente tumidezza. All'esame del cuore si notano soffi dolci, anorganici. Gli altri organi sono normali.

Durante il tempo in cui l'inferma è rimasta nell'ospedale, la temperatura ha oscillato fra 36,4 e 37,2 centigradi. Le condizioni dell'ammalata andarono progressivamente migliorando. Il giorno 19 fu fatto l'esame dell'orina che venne trovata normale.

Il peso corporeo il giorno 24 Giugno era di Kg. 51,200. Il 25 Giugno furono estratti cc. 5 di sangue dalla vena mediana destra. Il 26 Giugno furono contati i *globuli rossi che erano 3,090,000* per mm^3. Lo stesso giorno furono estratti cc. 10 di sangue dalla mediana sinistra e, determinato in essi il peso col metodo di Hamburger, venne trovato 0,39 per mille di Ferro.

Dal giorno 28 Giugno in poi fu praticata quotidianamente un'iniezione ipodermica di: *Pirofosfato di Fe. citro-sodico 0,05 e Cocaina 0,01.*

Il 31 Luglio l'inferma esce dall'ospedale dopo che le si è praticato un salasso nella mediana destra di gr. 12. I globuli rossi si trovano in numero di 4,300,000 per mm^3. Nel sangue viene determinato il peso del ferro collo stesso metodo di Hamburger e trovato di gr. 0,42. Il peso corporeo è di Kg. 53,200. L'inferma si sente meglio, l'appetito è abbastanza buono, l'aspetto è migliorato.

L'inferma nell'Ospedale fu alimentata con minestra, carne, latte, pane, vino.

Borghi Amalia d'anni 17, lavorante nell'arsenale, entrata nello spedale per cloroanemia il 9 Luglio 1897. Il padre e la madre hanno sempre goduto buona salute: ha tre sorelle tutte anemiche. L'inferma 4 anni fa fu degente nello Spedale di Bologna per 22 giorni in causa di anemia. Dal Natale in poi, non ha più goduto buona salute: in principio ebbe, per 8 giorni, febbre leggiera preceduta da brividi, con tosse secca piuttosto forte e con grande espettorazione; aveva sempre anemia. Liberatasi dalla febbre, ritornò al lavoro, ma aveva sempre inappetenza, prostrazione di forze, cardiopalmo, e ogni tanto le si gonfiavano le estremità inferiori. Si sentiva anche dolori, non però continuati, alla regione toracica anteriore e posteriore. Da un mese in poi i suddetti fenomeni si sono accentuati tanto da doverla obbligare al letto. Ebbe la prima mestruazione a 14 anni, e 4 anni fa emorragie per sette giorni. Accusa specialmente grandi trafitture in corrispondenza della mammella sinistra nella parte inferiore, fatica nel parlare, e negli atti inspiratori le si accentuano le trafitture indicate. Da lungo tempo ha male di capo, e dopo il pasto dolore

allo stomaco. Peso del corpo Kg. 46,800, temperatura il 9 Luglio 1897, giorno d' ingresso nello spedale, 37,8: stando l' ammalata a letto la temperatura diventa subito normale, raramente raggiunge i 37°. Dieta: minestra, carne, pane, latte.

Il 12 Luglio si cominciano iniezioni giornaliere di Pirofosfato di ferro citro-sodico 0,05 Clorid. Cocaina 0,01.

Il 14 Luglio si fa un salasso dalla vena mediana destra e nel sangue si trova 0,36 ‰ di ferro.

Il 1 Agosto l' ammalata si sente abbastanza bene, le si fa un salasso dalla vena mediana sinistra: globuli rossi 4,120,000. Ferro contenuto nel sangue 0,44 ‰.

Il 2 Agosto esce dall' ospedale migliorata.

Il confronto fra le cifre surriferite è facile quando si ricordi che in media 1000 grammi di sangue contengono gr. 0,50 di ferro.

Nelle clorotiche la quantità di ferro nel sangue è diminuita, ma siccome si trovano, come risulta dal quadro secondo, le stesse quantità basse di ferro in altre condizioni senza fenomeni clorotici, non si può ritenere la diminuzione del ferro per sè quale condizione necessaria e diretta della clorosi: occorre invocare qualche altro fattore. Non esiste neppure un rapporto stretto fra la gravità dei fenomeni clorotici e la diminuzione del ferro ematico. Del resto le ricerche di Biernacki, di Riva-Rocci, di Jolles, di Jellinek avrebbero provato che non v' ha rapporto diretto tra il grado di anemia e la povertà in ferro ematico; e, secondo Riva-Rocci, non vi ha proporzione tra la gravità del quadro clinico e la deficienza in ferro del sangue. Le iniezioni di ferro giovano nella clorosi e fanno aumentare il numero dei globuli; però spesso l' aumento del ferro ematico è insignificante e sproporzionato al miglioramento generale. Invece nelle anemie semplici, secondo le mie esperienze, l' influenza delle iniezioni di ferro sulla quantità di ematie, sulla quantità di ferro ematico, e sullo stato generale è più diretta e proporzionata.

Secondo le accurate esperienze fatte da Baschieri nel mio Laboratorio, sul ricambio respiratorio nella donna mestruata, misurando il consumo di ossigeno e la produzione di CO_2 per il periodo di 4-5 ore, nell' epoca mestruale e lontano dalla medesima, in un grande apparecchio simile a quello di Hoppe-Seyle, si osserva che nel periodo menstruale vi ha una diminuzione della produzione di CO_2 ed un aumento nell' introduzione di O. Per cui l' organismo in tali epoche accumula in se stesso notevoli quantità di ossigeno, il che è espresso dall' abbassarsi del coefficiente respiratorio. Questo fatto si spiega ammettendo che la mestruazione sia un fenomeno a carattere eminentemente depressivo; in quest' epoca critica, in cui domina l' attività dell' ovaia, nell' organismo femminile ogni organo rallenta la sua funzione. Si ha diminuzione dell' ematopoiesi (Poggi), abbassamento della temperatura e della pressione (Repreff), diminuzione nell' eliminazione di azoto e perciò nel consumo di albumina (Schrader), diminuzione dell' eccitabilità riflessa (Silva), delle funzioni del tubo gastro-intestinale (Silva), ed infine diminuzione nell' eliminazione di CO_2 e quindi minor consumo di idrati di carbonio.

Io ammetto che nella clorosi, in rapporto appunto alla modificata attività dell' ovaia, si stabilisca uno stato depressivo, simile a quello dell' epoca mestruale; ma più durevole.

AZIONE DELLA FORMALDEIDE
SULLO SVILUPPO DEL BACILLO DELLA TUBERCOLOSI
E DELLO STAFILOCOCCO PIOGENO AUREO

RICERCHE

DEL

Prof. GIOVANNI MARTINOTTI

(Letta nella Sessione del 20 Maggio 1906)

Assai discordi sono le opinioni degli autori più competenti intorno all' azione che la formaldeide esercita sui bacilli della tubercolosi. Mentre Flügge (1) sostiene risolutamente che tale sostanza agisce in modo sicuro e completo, uccidendo i bacilli della tubercolosi, purchè essa possa giungere a contatto di essi, Behring (2) afferma chiaramente che nulla è più facile che dimostrare come il metodo di disinfezione colla formaldeide, proposto dal Flügge, fallisca completamente, quando si tratti di uccidere i bacilli tubercolari. Nè più concordi sono i risultati delle ricerche fatte per risolvere la questione.

Il Dott. Spengler pubblicava or non è molto un interessante lavoro (3) sul modo di comportarsi del bacillo tubercolare e degli altri bacterii dello sputo in presenza dei vapori di formalina.

Secondo questo A. il bacillo della tubercolosi resisterebbe ad essi più degli altri bacterii, onde sarebbe possibile non solo, ma facile, isolare da questi ultimi il bacillo tubercolare facendo agire sugli sputi i vapori di formalina.

Il metodo da lui preconizzato consisterebbe nel lasciare gli sputi per 1-3 ore, alla

---

(1) Flügge. Entgegnung auf die Arbeit von C. Spengler: « Ueber Tuberkelbacillenzüchtung und Formaldehyddesinfection ». (Koch's und Flügge's. Zeitschr. für Hygiene Bd. 42. Leipzig 1903. S. 115-117).

(2) Behring. Tuberculoseentstehung, Tuberculosebekämpfung und Sauglingsernährung (Beitr. zur exper. Therapie, Heft. 8, Berl. 1904, nella nota a pag. 26).

(3) Spengler Carl. Tuberkbacillenzüchtung aus Bakteriengemischen und Formaldehyddesinfection. (Zeitschrift für Hygiene u. Infectionskrankheiten herausg. von R. Koch u. C. Flügge. Bd. 42. Leipzig, 1903. S. 90-114).

temperatura di 20°-25° C., in una capsula di Petri della capacità di circa 100 cc., con 3-5 gocce di formalina.

Tralascio i particolari tecnici di secondaria importanza: il risultato essenziale sarebbe questo che i vapori di formalina ucciderebbero tutti i bacterii dello sputo (compreso lo stafilococco piogeno aureo) salvo i bacilli della tubercolosi i quali non perirebbero, pur rimanendo lesi alquanto nella loro vitalità (1) e questo tanto più quanto più alta è la temperatura a cui vengono esposti gli sputi (2), perchè l' aumento della temperatura accresce notevolmente il potere disinfettante della formalina (3).

La diminuzione della vitalità risulterebbe principalmente dalla lentezza con cui si svilupperebbero i bacilli della tubercolosi trattati in questo modo (4) e trasportati poi sugli ordinarii substrati di cultura. Questo risultato è, come ognuno vede, di non lieve importanza anzitutto dal lato della tecnica bacteriologica.

Con 3 a 5 gocce di formalina per una scatola di Petri si ottiene in certo qual modo una parziale sterilizzazione dello sputo (se questo non è in quantità eccessiva od in strati troppo sottili) in modo che di tutti i bacterii in esso contenuti sopravviverebbero i soli bacilli della tubercolosi (5). Onde l' isolamento di questo bacillo, che era sempre stata un' impresa piuttosto ardua, specialmente trattandosi di ricavarlo dagli sputi, diventerebbe uno dei compiti più semplici del bacteriologo (6). Unica condizione è che l' azione della formalina non si eserciti in modo troppo energico, o per essere lo sputo in strato troppo sottile, o per essere la temperatura vicina a quella del corpo umano (7), poichè in questi casi la vitalità dei bacilli tubercolari verrebbe ad essere gravemente danneggiata (8) ed il loro ulteriore sviluppo compromesso in modo più o meno grave.

Lo sputo (come già aveva dimostrato lo Steinitz (9) nel Laboratorio di Flügge) deve essere umido: l' azione disinfettante della formaldeide si esplica per ciò che essa penetra nel corpo dei bacterii umidi, forma in loco una soluzione acquosa ed uccide i germi (10).

Ma ben maggiore appare l' importanza dei risultati a cui è giunto lo Spengler dal lato igienico-pratico, giacchè, come ognuno sa, la formalina fu raccomandata ed impiegata su larga scala per disinfettare gli ambienti inquinati dai tisici.

Il Flügge fa seguire al lavoro dello Spengler, nello stesso giornale (11), una cri-

(1) Spengler. Loc. citato, pag. 95.
(2) Spengler. Loc. cit. pag. 98.
(3) Spenger. Loc. cit. pag. 104.
(4) Spengler. Loc. cit. pag. 95, 96.
(5) Spengler. Loc. cit. pag. 98.
(6) Spengler. Loc. cit. pag. 100.
(7) Spengler. Loc. cit. pag. 98.
(8) Spengler. Loc. cit. pag. 105.
(9) Steinitz Franz. Die Beseitigung und Desinfection phtisischen Sputums (Koch' s u. Flügge' s. Zeitschr. f. Hygiene 1901. Bd. 38, pag. 141-142).
(10) Spengler. Loc. cit. pag. 114.
(11) Flügge. Lav. cit. pag. 115.

tica in cui afferma che i risultati dello Spengler si spiegano perchè egli fece agire la formaldeide sopra sputi dello spessore di 2-2 ½ mm. Ora egli stesso aveva già dichiarato l' insufficienza della formalina in queste condizioni. Ma « nella pratica delle disinfezioni non sono questi grossi sputi umidi o secchi che provocano difficoltà, bensì le finissime particelle degli sputi, invisibili, sparse da per tutto, e contro queste la formalina agisce, in modo sicuro e completo, meglio di qualsiasi altro metodo di disinfezione » (1).

Di fronte ad una affermazione così recisa, di un' autorità così competente come quella dello Flügge, è naturale sorgessero dubbii sulla portata dei resultati ottenuti dallo Spengler, tanto più che molteplici ricerche antecedenti, istituite da numerosi osservatori, avevano indotto la convinzione che la formalina fosse realmente una delle sostanze più efficaci per annientare i bacilli della tubercolosi al pari degli altri germi patogeni. Applicando in vario modo la formaldeide gli sperimentatori erano giunti quasi concordemente alla conclusione che i bacilli tubercolari degli sputi vengono *uccisi* sicuramente in un periodo di tempo che varia dalle 12 alle 24 ore (2). Talchè la disinfezione delle camere abitate dai tisici colla formalina sarabbe da preferirsi a qualsiasi altro metodo (3).

Il sicuro convincimento che la formalina esercitasse un' azione deleteria energica sui bacilli della tubercolosi aveva anzi spinto i medici a tentarne l' uso nella terapia della tisi, sopratutto sotto forma di inalazioni, ed anche in iniezioni intravenose (con risultati poco incoraggianti!).

Poi fu usata la formaldeide contro la tubercolosi in unione ad altre sostanze: colla caseina (glutolo), collo zucchero di latte (sterisolo), col creosoto (pneumina), col guaiacolo (pulmoformio) col jodoformio, l' idrato di cloralio e la terpina (igazolo), ecc. (4).

Ma contro l' impiego interno della formalina e dei suoi composti nella terapia della tisi osta una grave difficoltà finora non superata: l' azione irritante che essa esercita sui tessuti (5).

Finalmente la formalina assunse un' importanza enorme nella lotta dell' umanità contro la tubercolosi allorchè il Behring, partendo dalla supposizione che l' infezione tubercolare provenisse all' uomo principalmente — se non esclusivamente — dall' ingestione di latte inquinato con bacilli della tubercolosi (6), propose di aggiungere al latte della formalina nella proporzione di 1 : 40,000 collo scopo di ostacolare lo sviluppo dei bacilli della

---

(1) Flügge. Lav. cit. pag. 116.

(2) Ottolenghi D. I bacterii patogeni in rapporto ai disinfettanti. Torino 1899, pag. 103.

Hess O. Der Formaldehyd etc Marburg, 1901. Zweite Aufl. A questo lavoro rimando il Lettore per la bibliografia anteriore al 1901.

(3) Kobert. Bericht über den Kongress zur Bekämpfung der Tuberkulose als Volkskrankheit. (Mai 1899).

(4) Vedi Ott A. Die chemische Pathologie der Tuberculose. Berlin, 1903, pag. 473 e segg.

(5) Zamboni G. L' azione della formaldeide sull' organismo animale. (Archivio di Farmacologia sperimentale ecc. Anno I, Vol. I, fasc. IX, 1902).

(6) « Die Säuglingsmilch ist die Hauptquelle für die Schwindsuchtsentstehung » Behring. Tuberkulosebekämpfung. Vortr. gehalt. auf. d. 75. Vers. v. Naturforschern u. Aertzten in Kassel. September 1903. Marburg, 1903, p. 25.

tubercolosi, senza distruggere gli anticorpi contenuti nel latte, come succede colla sterilizzazione mediante il calore (1).

L'argomento è dunque importantissimo e si comprende come gli studiosi si affrettassero a controllare le affermazioni dello Spengler.

Tra i primi fu il Römer (2) il quale esponendo delle culture di tubercolosi in una camera in cui faceva svolgere dei vapori di formalina (secondo varii metodi di disinfezione) trovò che i bacilli contenuti nelle culture esposte per molte ore all'azione della formalina, inoculati nelle cavie, producevano la morte di questi animali colla stessa rapidità delle culture di confronto, onde concluse che « la disinfezione colla sostanza suddetta non aveva esercitato la menoma influenza sui bacilli della tubercolosi ».

Nello stesso Istituto di Igiene e di Terapia sperimentale di Marburg il Werner (3) osservò che trattando gli sputi col metodo dello Spengler non si ha in essi un aumento del numero dei bacilli tubercolari.

Inoltre sperimentando sugli animali la vitalità dei bacilli tubercolari degli sputi così trattati, il Werner trovò che se si spinge l'azione della formalina fino al punto da uccidere gli altri bacterii dello sputo, i bacilli della tubercolosi in esso contenuti, inoculati ad animali (cavie), non sono più capaci di infettarli, quindi o sono morti o hanno perduto la loro virulenza.

Secondo il Werner la resistenza dei bacilli della tubercolosi alla formaldeide non è molto maggiore di quella degli altri bacterii dello sputo; nello sputo umido i bacilli della tubercolosi si possono uccidere colla formalina senza molte difficoltà (4).

Anche il Koeniger (5), nell'Istituto di Igiene di Giessen, avrebbe notato che quando si riesce ad arrestare colla formaldeide lo sviluppo dei bacterii che accompagnano nello sputo i bacilli della tubercolosi, anche questi ultimi riescono danneggiati nella loro vitalità ed il loro sviluppo è compromesso più o meno gravemente.

A risultati analoghi giunse il Jacqué (6) nell'Istituto siero-terapico di Bruxelles; seguendo scrupolosamente le indicazioni dello Spengler egli trovò che quando erano uccisi i bacterii estranei, lo erano pure i bacilli della tubercolosi.

Similmente Dworetzky (7) giunse alla conclusione che « non si possono uccidere i

(1) Behring. Tuberkuloseentstehung, Tuberkulosebekämpfung und Säuglingsernährung. Beiträge zur exper. Therapie. Heft 8. Berlin 1904.

Behring. Tuberkulosetilgung, Milchkonservierung und Kälberaufzucht. Vortrag, Bonn, 1904.

(2) Römer. Zur Frage der Formaldehyddesinfection. Behring's Beitr. zur exper. Therapie, Heft 6, 1903, n.° 2.

(3) G. Werner. Zur Kritik der Formaldehyddesinfection (Archiv f. Hygiene, Bd. L, 1904. S. 305).

(4) Werner. Loc. cit. pag. 313-314.

(5) Koeniger. Cit. da Werner. loc. cit. pag. 314.

(6) Jacqué. A propos des procédés de Hesse et Spengler, pour la culture des bacilles de la tuberculose (Centralblatt f. Bakteriologie. Bd. XXXVI. Originale, 1904, p. 461).

(7) Dworetzky. Erfahrungen mit der Spenglerschen Formalinmethode zur Reinzüchtung von Tuberkelbacillen aus Bakteniengemischen (Centralblatt f. Bakteriologie. Bd. XXXVII. Originale, 1904, pag. 626).

bacterii dello sputo senza ledere la vitalità dei bacilli della tubercolosi, i quali non sono affatto più resistenti degli altri bacterii all' azione della formaldeide ».

Nè diversamente suonano le conclusioni delle ricerche del Bronstein (1); uccidendo colla formalina gli altri bacterii dello sputo, si uccidono anche i bacilli della tubercolosi.

D' altra parte Piatkowski (2), modificando alquanto il metodo dello Splenger, ossia facendo agire per mezz' ora, non più i vapori di formalina, ma la formalina stessa (nella proporzione di 2-3 gocce di formalina su 10 cc. di brodo o di acqua) in liquidi contenenti la miscela dei bacterii e facendo poscia trapianti del liquido su substrati di cultura adatti trovò che i bacilli così detti resistenti agli acidi (e quindi anche il b. della tubercolosi) sono meno sensibili all' azione della formaldeide in confronto degli altri bacterii, ossia sono uccisi più tardi; se sopravvivono, ricuperano presto nei successivi trapianti la loro piena vitalità ed in ogni caso non vengono alterati nelle loro proprietà rispetto alle colorazioni ed agli altri loro caratteri. Il metodo quindi si presterebbe all' isolamento dei bacilli resistenti agli acidi dagli altri bacterii. Così pure Weber e Taute (3) cercando di isolare i bacilli della tubercolosi dagli altri resistenti agli acidi affermano di aver impiegato il metodo dello Spengler e di aver ottenuti *risultati assai buoni.*

In che modo si possono spiegare conclusioni così disparate?

Reichenbach (4), che recentemente ha studiato la questione della disinfezione con la formaldeide, criticando i risultati dello Spengler non ammette che il metodo delle culture sia il reagente più delicato per giudicare della vitalità dei bacilli della tubercolosi (?): bisognerebbe provare che uno sputo il quale, trattato colla formaldeide non è più in grado di infettare una cavia, contiene ancora bacilli della tubercolosi capaci di svilupparsi in una cultura.

E riferendosi alle ricerche sopra citate del Werner, dalle quali risulterebbe che ogni qual volta lo sputo trattato con formalina non infettava più gli animali non conteneva più bacilli capaci di svilupparsi nelle culture, crede di spiegare i risultati ottenuti dal Römer colla difficoltà della formalina di penetrare negli stretti tubi di cultura.

Lo Spengler (5), rispondendo alle critiche del Reichenbach, dice che se si mettono gli sputi tubercolari trattati colla formalina, secondo il suo metodo, in tubi di cultura chiusi leggermente soltanto con cotone, senza cappuccio di gomma, si vede che i bacilli tubercolari prosperano rigogliosamente tostochè la formaldeide è sfuggita dal tubo, come si può dimostrare con reazioni chimiche.

---

(1) Bronstein. Cit. dal Dworetzky. lav. cit. pag. 627.

(2) Piatkowski. Ueber eine neue Eigenschaft der Tuberkel und anderer saüre-festen Bazillen (Deutsche med. Wochensch, 1904. N. 24. S. 878).

(3) Weber u. Taute. Zur Frage der Umwandlung der Tuberkəlbazillen im Kaltblüterorganismus (Deutsche med. Wochensch, 1904. N. 28, pag. 1019).

(4) Reichenbach. Die Leistungen der Formaldehyddesinfection (Zeitschrift für Hygiene u. Infectionskrankheiten, Bd. L. 1905, pag. 451).

(5) Spengler. Zur Formaldehyd-Abtödtung und Züchtung der Tuberkel-und anderer säurefester Bacillen (Zeitschr. f. Hygiene, Bd. 51, 1905, pag. 335).

Se invece si chiudono ermeticamente con cappuccio di gomma i tubi contenenti gli sputi tubercolari trattati prima nello stesso modo, si vede che i bacilli tubercolari contenuti nello sputo muoiono.

Egli sostiene però che se si introducono 10 gocce di formalina (= 0,5 gr.) in una scatola di Petri della capacità di 100 cc. contenente sputo tubercolare, e la si espone per $^1/_2$ ora ad una temperatura di circa 20 gradi, muoiono tutti i bacterii contenuti nello sputo all' infuori dei bacilli tubercolari che sopravvivono anche quando siano tenuti in quelle condizioni per 48 ore.

Come si scorge le discrepanze sono ancora moltissime intorno ad un argomento che pure è di capitale importanza, ed a me è sembrato di poter contribuire alla soluzione di tale questione seguendo una via alquanto diversa da quella battuta dai precedenti osservatori, studiando cioè se e come si sviluppassero i bacilli della tubercolosi in presenza dei vapori di formalina.

Il metodo adoperato fu semplicissimo: sul tappo di cotone che chiudeva il tubo contenente agar glicerinato, seminato di tubercolosi, erano versate delle gocce di formalina a dose crescente; il tappo veniva quindi affondato e sopra di esso si poneva un tappo di gomma accuratamente imparaffinato. Portando i tubi così trattati nella stufa a 37°-38° C., per l' azione del calore i vapori di formolo venivano ad espandersi nel tubo ed agivano alla superficie dell' agar su cui si trovavano i bacilli della tubercolosi seminati od in via di svilupparsi. La capacità dei tubi da saggio adoperati era di 25 cc.; in ogni tubo si erano versati 5 cc. di agar glicerinato, esattamente misurati; la parte occupata dal tappo di gomma si può valutare a circa 3-4 cc., per cui rimanevano liberi nel tubo circa 16-17 cc. in parte occupati dal batuffolo di cotone, non grande, impregnato di formalina. Infine noterò che, col contagocce adoperato, 23 gocce corrispondevano ad 1 grammo di formalina e che questa, accuratamente dosata, conteneva il 38,5 % di formaldeide.

In una prima serie di esperienze furono inoculati con tubercolosi dieci tubi ai quali furono aggiunte progressivamente da 1 a 10 gocce di formalina diluita con egual volume di acqua distillata; altri quattro tubi furono pure inoculati con tubercolosi, ma senza formalina e tenuti per controllo.

Lo sviluppo della tubercolosi incominciò in tutti i quattordici tubi contemporaneamente, senza che vi fosse distinzione apprezzabile nè tra i tubi di controllo e quelli contenenti formalina nè, in questi ultimi, fra quelli che contenevano maggiore e quelli che contenevano minor quantità di formolo.

La stessa perfetta concordanza si notò nel successivo accrescimento delle culture le quali crebbero rigogliosamente, con eguale rapidità in tutte, tanto da non potersi notare la più piccola differenza tra l' una e l' altra.

Provai allora ad aumentare la dose di formalina. In una seconda serie di esperienze furono inoculati con tubercolosi 38 tubi su agar glicerinato; 12 furono conservati di controllo, negli altri 26 furono versati sul tappo di cotone dosi progressive di formalina *non diluita*, nelle proporzioni da 5 a 30 gocce. Indi affondato il batuffolo di cotone furono i tubi chiusi con tappo di gomma suggellato con paraffina e messi nel termostato. L' esame

dei tubi, instituito 12 giorni dopo l'inoculazione, dimostrò che in tutti i tubi di controllo era incominciato lo sviluppo, e che lo stesso era avvenuto nei 26 tubi contenenti formalina, salvo in cinque di essi: inoltre si notò che, mentre nei primi lo sviluppo era uniforme e rigoglioso, negli altri lo sviluppo era o appena accennato o molto meschino in confronto delle culture senza formalina. Ma, cosa notevole, tali fatti non erano in proporzione della quantità di formalina aggiunta nei tubi; infatti le culture non si erano sviluppate nei tubi contenenti 24, 25, 26 gocce di formalina come in quelli contenenti 5 e 7 gocce di formalina soltanto.

Dal che sembra si possa ragionevolmente concludere che i vapori di formalina anche a dose molto alta non ostacolano gravemente nè il germogliare nè il crescere successivo dei bacilli della tubercolosi; solo crescendo smisuratamente le proporzioni di formalina si osserva che le culture si sviluppano ancora, ma stentatamente.

Si potrebbe però sollevare un dubbio. Da molti osservatori era già stata notata la poca capacità di penetrazione dei vapori di formalina.

Il Gehrke (1) nell' Istituto d' Igiene di Greifswald, diretto dal Loeffler, facendo svolgere dei vapori di formalina per mezzo della lampada « Esculapio » della casa Schering in una camera chiusa ed esponendo nella camera delle culture di difterite su agar in tubi in parte diritti in parte capovolti, alcuni aperti altri chiusi con ovatta, aveva constatato che la formalina non penetra fino in fondo ai tubi, o, per lo meno, non vi penetra in tale quantità da uccidere i bacterii che si trovano in fondo ai tubi di cultura.

Esperienze di confronto con culture in scatole di Petri, esposte aperte nella camera, dimostrarono che i vapori di formalina erano capaci di uccidere le colonie dei bacterii; bastava però coprire le scatole con alcuni fogli di carta, con una lettera un po' larga, perchè l' azione della formalina non si esercitasse più

La camera era della capacità di 53 metri cubi, fu usato un solo apparecchio « Esculapio », vennero consumate 102 pastiglie di formalina, ossia 2 gr. per metro cubo. La temperatura era di 7-9 C.

Il Reichenbach (2) per infirmare i risultati sopra esposti del Römer, si appella a queste osservazioni del Gehrke le quali però se dimostrano che la formalina ha scarso potere di penetrazione, non possono menomare il valore delle esperienze da me fatte, perchè le condizioni sono troppo diverse.

Infatti altro è il caso di vapori di formalina che si espandono sotto bassa pressione in una camera a 7°-9° C.; altra è la condizione di una quantità notevole di formalina introdotta in un tubo chiuso ermeticamente e tenuto a temperatura di 37°.

Nè è da dimenticare che l' azione stessa disinfettante della formalina varia assai

---

(1) Gehrke W. Versuche über die desinfectorische Wirkung der mit Schering' schen Apparatus « Aesculap » erzeugten Formalindämpfe. (Deutsche medicinische Wochenschrift, 1898. N. 15, pag. 242).

(2) Reichenbach. Die Leistungen der Formaldehyd-Desinfection. (Zeitschr. f. Hygiene, Bd. L. 1905, pag. 455).

secondo la temperatura (1): al dire di Werner (2), colle temperature estive, impiegando i metodi usuali della disinfezione colla formalina, si potrebbero uccidere facilmente i germi della tubercolosi, gli stafilococchi e perfino le spore del carbonchio, mentre nell' inverno quando la temperatura scende sotto i 10° C. tale risultato si otterrebbe difficilmente, anche impiegando dosi molto più forti di formalina.

Ad ogni modo, a togliere i dubbii suscitati dalle esperienze del Gehrke, io ho proceduto ad una prova. In tre tubi da saggio identici a quelli adoperati per le culture furono versati: in uno una soluzione di cloruro di oro con aggiunta di carbonato di soda; in un altro una soluzione di nitrato di argento con ammoniaca, in un terzo del reattivo di Nessler per l' ammoniaca; poi i tubi vennero chiusi con solo tappo di cotone su ciascuno dei quali erano state versate da 5 a 10 gocce di formalina, e così disposti furono lasciati per una notte nel termostato a 37°. Il mattino successivo tutti e tre i reagenti indicavano le alterazioni prodotte in essi dalla formaldeide; altri tubi, di controllo, tenuti nelle stesse condizioni, ossia contenenti i detti reagenti, senza la formalina nei tappi, rimasero inalterati. Lo che dimostra evidentemente che i vapori di formalina scendono, in queste condizioni, fino in fondo del tubo, anche quando questo non è chiuso ermeticamente, ossia è turato da un semplice tappo di cotone.

Con tutto ciò si potrebbe obbiettare che, dato il lento sviluppo del bacillo della tubercolosi, la formalina poteva già essere evaporata quando i bacilli stavano per svilupparsi.

A dirimere anche questa difficoltà ho istituita la prova seguente che mi pare sia assolutamente convincente.

Nei quattordici tubi della prima serie, 23 giorni dopo che erano stati inoculati ed era stata aggiunta la formalina, quando le culture erano in tutti sviluppate rigogliosamente, furono introdotte delle striscie di carta bibula imbevute di nitrato di argento.

Le striscie non si modificarono menomamente nei quattro tubi non contenenti formalina; in tutti gli altri dieci, salvo in uno, si ebbe, più o meno accentuata, la reazione della formaldeide.

Siccome lo Spengler (3) aveva asserito che i bacilli della tubercolosi resistono alla formalina più degli altri bacterii accennando specialmente allo stafilococco piogene aureo, così ho voluto indagare come si comportasse questo bacterio di fronte ai vapori di formalina seguendo il metodo impiegato per i bacilli della tubercolosi, salvochè le culture furono fatte su agar semplice inclinato e l' inoculazione fu eseguita strisciando coll' ansa di platino sulla superficie e segnando una linea dall' alto al basso.

Nel tappo di cotone furono versate da 1 a 30 gocce di formalina non allungata; i tubi furono posti in termostato a 38° tenendoli diritti ossia col tappo in alto.

Ora in tutti si notò questo fatto singolare che le culture rimasero sterili nella parte

(1) Mayer u. Wolpert. Ueber den Einfluss der Luftemperatur auf die Desinfectionswirkung des Formaldehyds. (Arch. f. Hygiene, Bd. 43, 1902, pag. 221).

(2) Werner. Lav. citato.

(3) Spengler. Loc. cit.

superiore, crebbero invece rigogliosamente dopo 24 ore nella parte inferiore per l'estensione circa di un centimetro; ma in tutte le culture si notò la mancata produzione del pigmento gialliccio che lo stafilococco aureo produce nelle circostanze ordinarie.

Dubitando che questo singolare risultato fosse dovuto a ciò che i vapori di formalina non giungessero fino in fondo al tubo (malgrado che la prova sopra riferita stesse a dimostrare l'opposto) o vi giungessero in quantità insufficiente, si fecero inoculazioni limitate alla parte superiore dell'agar, aggiungendo da 1 a 7 gocce di formalina e tenendo i tubi nel termostato in posizione diritta. I tubi rimasero sterili mentre quelli di confronto, seminati nello stesso modo, ma senza formolo, mostrarono rigoglioso lo sviluppo dello stafilococco.

Facendo la prova diversamente, ossia inoculando la superficie dell'agar per tutta l'estensione, aggiungendo la formalina e quindi ponendo i tubi nel termostato in posizione quasi orizzontale in modo che la superficie dell'agar guardasse in basso, si ebbe di nuovo sviluppo più rigoglioso nelle parti inferiori del tubo, per una estensione alquanto maggiore che tenendo i tubi in posizione diritta.

Non mi pare facile dare le spiegazioni di questo fatto: si potrebbe però avanzare la ipotesi che le parti inferiori dell'agar sono più imbevute di acqua delle parti superiori (e ciò parmi verosimile) e che questa maggiore umidità del substrato renda forse meno efficace l'azione della formalina.

Dal complesso di queste esperienze mi sembra si possa dedurre con buon fondamento di verità che i bacilli della tubercolosi offrono una certa resistenza all'azione dei vapori di formalina, molto maggiore certamente dello stafilococco aureo; tutt'al più si potrebbe dubitare che tale differenza possa esplicarsi in grado maggiore o minore secondo le varietà dei microorganismi cimentati alla prova.

Resterebbe a vedere se i bacilli della tubercolosi nati e cresciuti in queste circostanze, risultino modificati nella loro virulenza: il fatto che gli stafilococchi anche quando riescono a crescere in presenza dei vapori di formalina, hanno perduta la loro proprietà cromogena, starebbe a dimostrare che la formaldeide quando non giunge ad arrestare lo sviluppo dei bacterii ne ostacola però alcune funzioni chimiche; come dimostra l'azione paralizzante della formaldeide sui fermenti digestivi, sulle tossine e sulle antitossine bacteriche (1).

A risolvere direttamente tale questione mi sono già accinto inoculando un certo numero di cavie, parte con bacilli tubercolari cresciuti in presenza dei vapori di formalina, parte con bacilli provenienti dallo stesso stipite e cresciuti contemporaneamete ma all'infuori dell'azione della formaldeide. Queste esperienze, incominciate da poco, non hanno ancora potuto dare la risposta attesa.

---

(1) Hess. Lavoro citato. Nota 2ª a pag. 18.
Rehns. Compt. rend. de la Société de Biologie, 1904, pag. 64.

Quanto al valore da attribuire ai risultati delle mie osservazioni, esso deve venire equamente ponderato.

Nelle mie esperienze i bacilli della tubercolosi vegetavano su un substrato nutritivo abbondante che, pur essendo artificiale, è riconosciuto come uno dei più idonei a fornire loro in copia gli alimenti necessarii alla loro vita; anche le condizioni di calore, di umidità, ecc. erano le più confacenti ai loro bisogni.

D'altra parte è da considerare che i vapori di formalina agivano su di loro in una quantità che si può dire enorme, sotto una certa pressione, ad una temperatura che è assai favorevole all'azione disinfettante della formalina, per un tempo assai lungo.

Ma quello che parmi più importante a notarsi si è che i vapori di formalina agivano sui bacilli nel periodo della loro moltiplicazione, quando noi sappiamo che i germi presentano un maggiore grado di labilità (e su ciò si fondano appunto certi metodi di sterilizzazione), quando sono più aggredibili dalle cause nocive.

Negli sputi invece, specialmente in quelli divisi in pulviscolo, i bacilli della tubercolosi non trovano certamente la copia di alimenti che sta a loro disposizione nei substrati artificiali di cultura, non le condizioni favorevoli di umidità, di calore, ecc.

Ma giova notare che in un ambiente alquanto capace è difficile produrre una quantità di formaldeide paragonabile a quella che si raduna in un piccolo tubo da saggio, che difficilmente (almeno così si può presumere) essa giunge in così diretto rapporto col corpo dei bacilli come nelle mie esperienze, che la disinfezione abitualmente viene fatta alla temperatura ordinaria la quale eccezionalmente, nelle più calde giornate dell'estate, si avvicina alla temperatura di 38°; ora (come sopra si è detto) l'azione della formaldeide riesce tanto più efficace quanto più alta è la temperatura.

D'altra parte non è detto che i bacilli contenuti negli sputi siano sempre sprovvisti di ogni difesa contro i mezzi aggressivi e si trovino nelle condizioni più sfavorevoli per la loro esistenza.

Troppo poco ancora sappiamo del modo con cui si svolge la vita dei bacilli tubercolari quando si trovano all'infuori del corpo animale; la moltiplicità di forme per cui passano esseri anche molto complicati nella loro organizzazione, come certi animali, quando alternano la vita parassitaria con altre condizioni, lascia supporre che il bacillo della tubercolosi nella sua vita saprofitica possa rivestire tali caratteri che lo facciano più resistente agli agenti nocivi. Ma, pure prescindendo da queste considerazioni (che non sono soltanto speculative come dimostrano le molteplici osservazioni nel polimorfismo del bacillo tubercolare) (1), ed attenendosi unicamente ai fatti è lecito ricordare che i bacilli della tubercolosi trovano negli sputi nei quali sono contenuti talvolta condizioni dannose, talaltra favorevoli non solo alla loro conservazione, ma anche al loro ulteriore sviluppo.

Le condizioni nocive sembrano in massima parte dovute alla presenza di leucociti il

(1) cfr. le riviste sulla tubercolosi dei Dürck (Ergebnisse II Jahrg. pag. 214), di Dürck u. Oberndorfer (ibid. VI Jahrg. pag. 214) e di Pertik (ibid. VIII Jahrg., II Abth. pag. 65).

cui nucleo, disfacendosi, dà origine ad acidi nucleinici i quali avrebbero una azione bactericida (1).

Più conforme al vero sarebbe forse asserire che nella scomposizione delle nucleo-albumine compare l' adenina (2), un polimero dell' acido cianidrico, dotato di proprietà tossiche (3).

Ma quando lo sputo sia povero di leucociti e quindi la leucolisi, colle relative conseguenze, manchi, possono verificarsi condizioni opposte, favorevoli cioè non solo alla durata della vitalità dei bacilli tubercolari, ma anche alla loro moltiplicazione, la quale sembra si effettui veramente talvolta negli sputi tenuti in condizioni propizie di temperatura e di umidità, senza bisogno di fornire ai bacilli altri alimenti (4), bastando all' uopo il muco in cui sono ravvolti il quale non solo serve di protezione e di difesa ai bacilli contro gli agenti esterni nocivi, ma anche di alimento per loro (5), talchè esso si potrebbe paragonare all' involucro, pure mucoso, delle ova di certi anfibii che non solo serve a proteggerle ma anche forma il primo alimento dell' embrione appena sviluppato (6).

Tutte queste considerazioni hanno, si comprende, minor valore per gli sputi ridotti in fine pulviscolo, contro i quali specialmente al dire del Flügge, riescirebbe efficace la disinfezione della formalina col suo metodo.

Ma, anche tenendo conto di tutte le circostanze sopra enumerate, non mi pare che i fatti da me rilevati si possano del tutto trascurare quando si vogliano equamente giudicare gli effetti della formalina sulla vitalità dei bacilli della tubercolosi.

Soggiungerò ancora che non solo sto sperimentando sugli animali (come sopra ho detto) la virulenza dei bacilli tubercolari nati e cresciuti in presenza dei vapori di formaldeide, ma anche sto provando se, protraendo a lungo l' azione della formaldeide in dosi rilevanti, i bacilli finiscano col perdere la vitalità. E questa ricerca ho intrapreso sia trapiantando i bacilli in nuovi substrati di cultura, sia neutralizzando colla ammoniaca la formaldeide rimasta nei tubi per vedere se, eliminata quest' ultima, le culture ripigliassero a crescere, o seminate in nuovi substrati dessero luogo a nuovi trapianti.

Il risultato di queste ricerche, tuttora in corso, sembrerebbe condurre alla conclusione che i bacilli della tubercolosi rimasti a lungo in contatto di una quantità eccessiva di formaldeide non solo si arrestano nello sviluppo incominciato, ma muoiono.

Ma non è questo, ripeto, il risultato definitivo perchè le ricerche sono ancora in corso.

Così pure non posso per il momento presentare i risultati ultimi di altre prove intese a stabilire se e fino a quale dose la formalina aggiunta ai substrati liquidi di cultura sia compatibile collo sviluppo dei bacilli della tubercolosi.

---

(1) Cfr. Spengler. lav. cit. Zeitschr. f. Hygiene. Bd. 42, 1903, pag. 91 (e gli autori ivi citati).

(2) Kossel. Zeitschr. f. phys. Chemie. Bd. X. H. 3.

(3) Kossel. Berl. Klin. Wochenschrift, 1889. N. 19.

(4) Spengler. Lav. cit.

Fusco. Contributo alla ricerca del bacillo tubercolare nello sputo. (La Nuova Rivista clinica terapeutica. 1905. N. 6).

(5) cfr. Ergebnisse d. allg. Pathologie etc. VIII. Jahrg., II Abth., pag. 86 e seg.

(6) cfr. Preyer. Specielle Physiologie d. Embro Leipzig, 1885, pag. 240.

Dalle esperienze finora istituite sembra però risultare che si possono aggiungere delle quantità relativamente grandi di formalina ai mezzi liquidi di cultura senza ostacolare lo sviluppo dei bacilli tubercolari. Mi riservo di comunicare maggiori particolarità su questo punto ultimato che siano queste ricerche dalle quali (se i primi risultati venissero confermati) emergerebbe sempre più la poca efficacia della formalina contro i bacilli della tubercolosi.

Esperienze sulla propagazione di flussi magnetici alternativi lungo un fascio di fili di ferro

NOTA

DEL

PROF. LUIGI DONATI

(letta nella Sessione delli 25 Marzo 1906)

Ha servito per queste esperienze (*) un grosso fascio cilindrico avente una sezione circolare di 50 centimetri quadrati e una lunghezza di 8 metri, fatto con filo di ferro ricotto di un millimetro e mezzo di diametro. I varii fili costituenti il fascio erano a contatto diretto senz' altro isolamento che quello derivante dall' ossidazione superficiale. Verso l' un dei capi, a un metro circa dall' estremità, si trovava una spirale magnetizzante che veniva alimentata mediante una differenza di potenziale alternativa di 115 *volta* efficaci con la frequenza di 42 periodi, presa direttamente dalla distribuzione (trifase) che funziona pel servizio cittadino in Bologna.

Questa spirale, che chiamerò *primaria*, abbracciava il cilindro per un tratto di circa 10 cm., ed era costituita di due parti sovrapposte, l' una di 186 giri e l' altra di 215, che si potevano impiegare separatamente o riunite in serie in una spirale unica di 401 giri, per avere diversi gradi di eccitazione. Era fatta con grosso filo di rame, sì che la resistenza si riduceva in ogni caso ad una piccola frazione di *ohm*: il che semplifica il calcolo del flusso magnetico generato nel fascio, permettendo di trascurare la caduta ohmica di potenziale e di riguardare la f. e. m. indotta nella spirale dalle variazioni del flusso come uguale alla differenza di potenziale impressa. E poichè questa, e quindi la detta f. e. m. ad essa uguale, poteva ritenersi prossi-

(*) Tali esperienze fanno parte di una ricerca sulla propagazione del magnetismo nel ferro cui mi sono accinto da qualche tempo riprendendo un antico soggetto di studio, che fornì già materia ad un lavoro di più di 30 anni fa eseguito da me in collaborazione col compianto Prof. Poloni e pubblicato nel *Nuovo Cimento* (Serie 2. Vol. XIII. 1875). Da allora in poi l' argomento è stato studiato da molti sotto varii aspetti, e in particolare per ciò che riguarda la magnetizzazione a mezzo di correnti alternative. Ma io qui, senza entrare nella letteratura e nella discussione generale del soggetto, mi limito a riferire brevemente in via preliminare le nominate esperienze per dar notizia del metodo, salvo a fare in seguito un' esposizione più ampia del mio studio.

mamente come sinusoidale, tale doveva essere anche il flusso, il cui valore massimo Φ_0, nella regione abbracciata dalla spirale, poteva calcolarsi colla formola

$$\sqrt{2}D = n\omega\Phi_0 \cdot 10^{-8}$$

dove D indica il valore efficace della differenza di potenziale espresso in *volta*, n indica il numero di giri della spirale, ed $\omega = 2\pi N$, essendo N il numero dei periodi. Onde ponendo per N il suo valore ($N = 42$, $\omega = 264$), si deduce il valore di Φ_0

$$\Phi_0 = 5{,}36 \cdot 10^5 \cdot \frac{D}{n},$$

che diviso per la sezione (nel caso nostro per 50) dà il valore massimo dell' induzione.

Ponendo qui per D il suo valore 115 e per n successivamente i numeri 186, 215, 401, si hanno i valori massimi dell' induzione corrispondenti ai tre diversi gradi di eccitazione rappresentati in cifra tonda rispettivamente da 6600, 5700, 3000 ; mentre i valori efficaci della corrente eccitatrice, misurati direttamente coll' elettrodinametro, erano rispettivamente *amp.* 11, 6,9, 2,36.

Questo nella parte del fascio immediatamente sottostante alla spirale eccitatrice. A partire di là il valore del flusso va decrescendo, e si può desumere per una qualunque sezione del fascio dal valore della f. e. m. indotta in un' altra spirale, che diremo *secondaria*, posta nella posizione considerata. Se n' è il numero di giri di quest' ultima ed E' il valore efficace della f. e. m. indotta, direttamente misurato, si ha analogamente per il valor massimo Φ del flusso in quella sezione

$$\Phi = 5{,}36 \cdot 10^5 \frac{E'}{n'}.$$

Giova però che la determinazione di E' sia fatta a circuito aperto, per evitare le complicazioni che a circuito chiuso deriverebbero dalla reazione della corrente indotta. Per questo io son ricorso all' uso dell' elettrometro.

Mi son servito di un elettrometro a quadranti (tipo Mascart, costrutto dal Ducrètet) mettendo uno dei capi della spirale secondaria in comunicazione con una coppia di settori e coll' ago, mentre l' altro capo era collegato con l' altra coppia di settori e con la cassa metallica che racchiude lo strumento, il cui potenziale, in queste e nelle altre esperienze che riferirò più avanti, era preso come termine di riferimento e corrispondeva allo *zero*. La lettura della deviazione dell' istrumento, previamente tarato, faceva conoscere il valore di E' per le diverse posizioni della spirale secondaria e quindi, mediante la relazione precedente, il valore di Φ nelle sezioni corrispondenti del fascio, e questo per diversi valori di Φ_0 relativi ai diversi gradi di eccitazione.

Tralascio per brevità le indicazioni numeriche per queste prime esperienze, le quali non hanno fatto che confermare quanto già si sa da un pezzo : che cioè i valori di Φ vanno decrescendo colla distanza dal centro di eccitazione (parte immediatamente sot-

tostante alla spirale primaria) con una legge rappresentabile *in via di prima approssimazione* con una formola esponenziale:

$$\Phi = \Phi_0 e^{-hx},$$

dove x indica la distanza fra i punti di mezzo delle due spirali primaria e secondaria, e h è una costante dipendente dalla costituzione del fascio, dalle qualità magnetiche del materiale, ecc.; il cui valore pel fascio da me studiato è rappresentato all'incirca da 0,015 per x espresso in centimetri. In realtà le cose non sono così semplici; ma su ciò qui non insisto.

E vengo direttamente alle esperienze che formano propriamente l'oggetto di questa nota, le quali riguardano le condizioni di fase del flusso magnetico considerato nelle diverse sezioni del fascio, e più precisamente il *ritardo di fase* che si manifesta allontanandosi dal centro di eccitazione, cioè col crescere di x, e si traduce in un egual ritardo di fase della f. e. m. e' indotta nella spirale secondaria, rispetto a quella e'_0 corrispondente alla posizione iniziale ($x = 0$), o rispetto a quella indotta nella spirale primaria, o anche rispetto alla differenza di potenziale impressa.

Anche per queste esperienze mi son servito dell'elettrometro mettendo in comunicazione un capo della spirale secondaria coll'ago, e l'altro capo colla cassa dell'istrumento, mentre le due coppie di settori, mediante la disposizione che ora dirò, erano portati rispettivamente ai potenziali $+\delta$ e $-\delta$, essendo δ una grandezza alternativa sinusoidale avente una *precedenza di fase* ψ, regolabile a piacere, rispetto alla differenza di potenziale impressa e quindi anche rispetto ad e'_0. Per tal modo, se θ è il ritardo di fase fra e' ed e'_0, sarà $\psi + \theta$ quello fra e' e δ; onde regolando ψ in guisa che e' e δ risultino in quadratura $\left(\psi + \theta = \frac{\pi}{2}\right)$, l'ago dell'elettrometro resterà in riposo. Viceversa, se, prestabilito ψ, si farà variare la posizione della spirale secondaria fino a trovare una distanza x per cui l'ago stia in riposo, si avrà il ritardo di fase θ corrispondente alla distanza x rappresentato da $\theta = \frac{\pi}{2} - \psi$.

Ecco ora la disposizione da me adoperata per realizzare le condizioni suddette. Ai capi della spirale primaria era collegato in parallelo un circuito che comprendeva una resistenza *non induttiva* r e, in serie con essa, una capacità C regolabile, e che per effetto della differenza di potenziale impressa diveniva sede di una corrente alternativa i di grandezza efficace

$$\frac{D}{\sqrt{r^2 + \left(\frac{10^6}{C\omega}\right)^2}} \qquad (C \text{ espresso in } \textit{microfaraday})$$

e in precedenza di fase rispetto alla suddetta differenza di potenziale di un angolo ψ definito da

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{10^6}{rC\omega}.$$

La resistenza r, che si manteneva costante ed eguale a 48 *ohm*, era divisa in due parti uguali il cui punto di mezzo era tenuto in comunicazione con la cassa dell' elettrometro, mentre i due estremi erano in comunicazione con le due coppie di settori, le quali venivano così appunto ad avere potenziali alternativi di segno opposto $+\delta$ e $-\delta$ (differenze di potenziale rispetto alla cassa), essendo δ rappresentato da $\frac{r}{2}\,i$, cioè proporzionale ad i ed in fase con essa, e quindi in precedenza di fase dell' angolo ψ predetto rispetto alla differenza di potenziale. La capacità C, che era fornita da uno speciale sistema di condensatori, si poteva far variare fra 1 e 50 *microfaraday*, facendo così variare l' angolo ψ e il corrispondente angolo complementare θ definito da

$$\operatorname{tg}\theta = rC\omega \cdot 10^{-6}.$$

L' esperienza ha confermato le previsioni. Per ogni valore di C si osservava una deviazione che allontanando la spirale secondaria dalla primaria, a partire dall' immediata vicinanza, andava decrescendo fino a ridursi a zero per una certa distanza x, dipendente dal valore assunto per C e crescente con esso, oltre la quale si osservava una deviazione in senso opposto. Con un elettrometro di grande sensibilità e di struttura perfetta in ordine al centramento e alla simmetria delle parti, la determinazione dei diversi valori di x corrispondenti a quelli di C si potrebbe fare così con molta precisione, mentre lo strumento di cui io potevo disporre lasciava per questo rispetto un poco a desiderare: onde deriva una qualche incertezza nei valori da me ottenuti, non tale però da non potere rilevare l' andamento del fenomeno.

Nelle due tabelle seguenti *a*) e *b*) sono indicati i risultati di due serie di esperienze fatte con due diversi gradi di eccitazione, cioè la prima con $n = 186$ e la seconda con $n = 401$. Nella prima colonna di ciascuna sono notati i valori di C in *microfaraday*, e poi via via nelle colonne seguenti i valori di $\operatorname{tg}\theta$, calcolati colla formola precedente (con $r = 48$, $\omega = 264$), i corrispondenti valori dell'angolo θ in gradi, i valori osservati della distanza x in centimetri, ed infine i valori del rapporto $\frac{x}{\theta}$.

a)

C	$\operatorname{tg}\theta$	θ	x	$\frac{x}{\theta}$
10	0,126	7°,19	49	6,8
12	0,152	8°,37	57	6,8
15	0,189	10°,70	69	6,4
17	0,215	12°,12	79	6,5
20	0,253	14°,22	91	6,4
22	0,278	15°,51	103	6,6
25	0,315	17°,55	115	6,5
30	0,379	20°,72	145	6,9
32	0,405	22°,00	160	7,0
34	0,429	23°,22	180	7,5

b)

C	$\operatorname{tg}\theta$	θ	x	$\frac{x}{\theta}$
10	0,126	7°,19	44	6,1
12	0,152	8°,37	53	6,2
15	0,189	10°,70	67	6,2
20	0,253	14°,22	85	5.9
22	0,278	15°,51	93	5,9
25	0,315	17°,55	108	6,1
27	0,341	18°,80	120	6,3
30	0,379	20°,72	148	7,1
32	0,405	22°,00	172	7,8

Le esperienze non si sono potute estendere con frutto a capacità e distanze maggiori, perchè le indicazioni si rendevano troppo incerte; e anche fra i numeri riferiti gli ultimi sono meno sicuri.

Tenuto conto di ciò e della natura di queste esperienze, si possono ritenere i valori del rapporto $\frac{x}{\theta}$ come abbastanza costanti in ciascuna serie e poco diversi dall' una all' altra serie, e quindi si può ammettere, almeno in via di prima approssimazione e per distanze x non troppo grandi, la costanza del detto rapporto e la sua indipendenza dal grado di eccitazione.

E allora si può parlare di *propagazione* della magnetizzazione o di *onda magnetica progrediente* con velocità determinata, riguardando il tempo corrispondente al ritardo angolare di fase θ come il tempo che occorre a percorrere con quella velocità la distanza x.

Tale velocità corrisponde al predetto rapporto $\frac{x}{\theta}$ moltiplicato per 360 N, dove N indica come sopra il numero dei periodi. Prendendo per $\frac{x}{\theta}$ il valore 6,5, che si accosta al valor medio risultante dalle esperienze surriferite, si ha per il caso del fascio da me studiato una velocità di circa mille metri al secondo (98280 cm.).

Se poi si tien conto anche della sopraddetta diminuzione progressiva del flusso col crescere della distanza x, si ha per l' onda magnetica, servendosi della solita rappresentazione mediante numeri complessi:

$$\varphi = \overline{\Phi} e^{i\omega t} \quad \text{con} \quad \overline{\Phi} = \Phi_0 e^{-(h+ik)x},$$

h essendo la costante già considerata, che definisce il decremento progressivo di grandezza del flusso, e k un' altra costante che definisce il ritardo progressivo di fase ed è in relazione semplice sia col rapporto $\frac{x}{\theta}$, sia con la velocità di propagazione; e il cui valore pel fascio da me studiato viene ad essere all' incirca 0,0027 per x espresso in centimetri.

Omettendo ogni altra considerazione e discussione, terminerò col far cenno di alcune esperienze, che si possono riguardare come complementari delle precedenti in quanto che si riferiscono alla fase di quella parte del flusso che lungo il fascio sfugge mano a mano nell' aria dalla superficie laterale determinando la sopraddetta diminuzione, col crescere di x, del flusso che corre nell' interno del fascio. A questo flusso *laterale* si può applicare lo stesso metodo indicato qui sopra per il flusso *longitudinale*, riferendosi, anzichè alla f. e. m. indotta in una spirale secondaria nelle varie posizioni x, a quella indotta nel sistema di due spirali uguali collegate in opposizione e situate rispettivamente in x ed $x + \Delta x$, la quale è determinata evidentemente dalle variazioni del flusso laterale uscente dal tratto di superficie compreso fra le sezioni x e $x + \Delta x$.

Sperimentando come sopra con un sistema di due spirali distanti di 5 cm. (allo-

gate sopra uno stesso cilindro cavo di legno in due gole della larghezza di 1 cm. e distanti di 5 cm. coi loro punti di mezzo), ho trovato che per ogni dato valore della capacità C la posizione di deviazione nulla per questo sistema si trovava spostata in avanti di una quantità costante, e precisamente di circa 65 cm., rispetto a quella che si aveva per la prima delle due spirali considerata da sola, era cioè rappresentata da $x + 65$, x essendo la distanza corrispondente nelle esperienze precedenti alla capacità C. Ciò significa che il flusso laterale alla distanza $x + 65$ dal centro di eccitazione ha la stessa fase del flusso longitudinale alla distanza x, e quindi si trova in precedenza di fase rispetto a quest' ultimo, considerato nella stessa posizione, di un angolo corrispondente nelle esperienze precedenti ad un tratto di 65 cm. (10 gradi circa).

Questo risultato è in piena armonia coi risultati precedenti. Se infatti indichiamo con $\overline{\Phi}$ e $\overline{\Phi} - d\overline{\Phi}$ i numeri complessi che (moltiplicati per $e^{i\omega t}$) rappresentano il flusso longitudinale alle distanze x e $x + dx$, $d\overline{\Phi}$ rappresenterà il flusso laterale che sfugge dalla superficie nel tratto compreso fra x e $x + dx$; e in base a quanto sopra deve aversi

$$d\overline{\Phi} = (h + ik)\overline{\Phi}dx\,;$$

cioè $d\overline{\Phi}$ deve essere in precedenza di fase rispetto a $\overline{\Phi}$ di un angolo corrispondente all' argomento del numero complesso $h + ik$, ossia ad arc tg $\frac{k}{h}$: che coi valori suindicati di h e k, pei quali $\frac{k}{h} = 0{,}18$, viene ad essere di poco superiore ai 10 gradi cioè poco diverso da quello desunto dalle ultime esperienze.

SOPRA UN METODO AD USO DEI VIAGGIATORI

PER DETERMINARE

IL TEMPO LA LATITUDINE E LA DIREZIONE DEL MERIDIANO

NOTA

DEL

Prof. Federigo Guarducci

(letta nella Sessione delli 20 Maggio 1906)

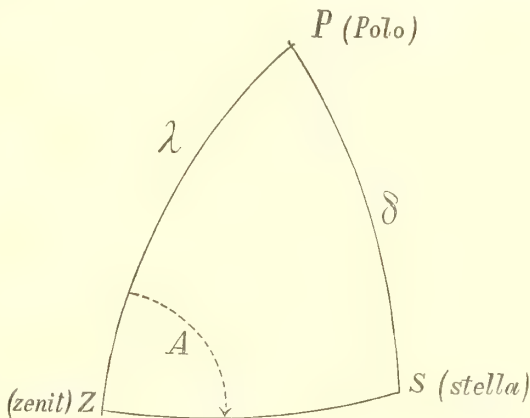
I.

L'astronomo francese Caspari pubblicava alcuni anni or sono (*) un metodo molto ingegnoso, indipendente dalla conoscenza del tempo locale, per determinare la direzione del meridiano, la latitudine e la longitudine.

Colla indicazione di un tal metodo l'autore ha avuto evidentemente in animo di giovare al viaggiatore di esplorazione nel caso, del resto assai frequente, in cui venga ad esso a mancare il sussidio del cronometro.

Questo istrumento, difatti, è forse il più delicato fra quelli che formano corredo dell'esploratore, e non di rado avviene che, per le condizioni talvolta eccezionalmente disagiate in cui avvengono i viaggi, esso subisca dei guasti che lo pongono fuori di servizio, o che il suo movimento si arresti o, quanto meno, che al momento di doverlo usare se ne ignori lo stato assoluto e l'andamento.

Il metodo di Caspari suppone solo che si disponga di un'altazimut, e consiste nell'osservare le direzioni azimutali di tre stelle conosciute e della Luna allorchè questi astri raggiungono una medesima altezza prestabilita; e mentre le osservazioni sulle stelle servono a determinare la direzione del meridiano e la latitudine, quella sulla Luna serve invece a dedurre la longitudine.

Caspari considera, come al solito, il triangolo sferico zenit, polo, astro, e adotta le seguenti notazioni:

(*) V. *Comptes Rendus* de Séances de l'Academie des Sciences, année 1904.

λ colatitudine del luogo

ξ distanza zenitale dell' astro

δ distanza polare dell' astro

a lettura sul cerchio azimutale corrispondente al passaggio dell' astro per la distanza zenitale ξ.

N l' analoga lettura corrispondente alla direzione del meridiano;

e stabilisce per le tre stelle le espressioni seguenti:

$$(1)\qquad \begin{cases} \cos\delta_1 = \cos\xi\cos\lambda + \operatorname{sen}\xi\operatorname{sen}\lambda\cos(a_1 - N) \\ \cos\delta_2 = \cos\xi\cos\lambda + \operatorname{sen}\xi\operatorname{sen}\lambda\cos(a_2 - N) \\ \cos\delta_3 = \cos\xi\operatorname{sen}\lambda + \operatorname{sen}\xi\operatorname{sen}\lambda\cos(a_3 - N). \end{cases}$$

Elimina quindi fra queste $\cos\xi\cos\lambda$ e $\operatorname{sen}\xi\operatorname{sen}\lambda$, e ponendo

$$(2)\qquad \begin{cases} m = \operatorname{sen}\frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2)\operatorname{sen}\frac{1}{2}(\delta_1 - \delta_2)\operatorname{sen}\frac{1}{2}(a_1 - a_3) \\ n = \operatorname{sen}\frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_3)\operatorname{sen}\frac{1}{2}(\delta_1 - \delta_3)\operatorname{sen}\frac{1}{2}(a_1 - a_3) \\ \frac{m}{n}\operatorname{tang}\varphi \qquad \theta = -\frac{1}{4}(2a_1 + a_2 + a_3) \end{cases}$$

giunge alla espressione

$$(3)\qquad \operatorname{tang}(N + \theta) = \operatorname{tang}(45^\circ + \varphi)\operatorname{tang}\frac{1}{4}(a_2 - a_3)$$

dalla quale si ricava N, ossia la lettura del cerchio corrispondente al meridiano Nord e, conseguentemente, l' azimut A della stella essendo esso dato da

$$A = a - N.$$

E poichè la differenza degli azimut non è altro che la differenza fra le rispettive a, così si ha, combinando fra loro per somma e per sottrazione le (1),

$$\operatorname{sen}\lambda\operatorname{sen}\xi = \frac{\operatorname{sen}\frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2)\operatorname{sen}\frac{1}{2}(\delta_1 - \delta_2)}{\operatorname{sen}\frac{1}{2}(A_1 + A_2)\operatorname{sen}\frac{1}{2}(A_1 - A_2)}$$

$$\cos\lambda\cos\xi = \cos\delta_1 - \operatorname{sen}\lambda\operatorname{sen}\xi\cos A_1,$$

dalle quali, pure per somma e sottrazione, si deducono $\lambda + \xi$ e $\lambda - \xi$ e conseguentemente λ e ξ (*).

Questo è il metodo di **Caspari** per ciò che riguarda la determinazione del meridiano e della latitudine al quale l' autore fa seguire le relative equazioni differenziali e correzioni strumentali.

(*) La deduzione di ξ serve solo di riprova.

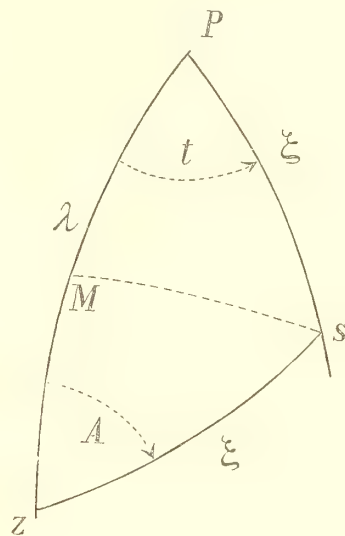
II.

Fermandoci su questa prima parte del problema, si vede che il calcolo dell'azimut e della latitudine, per quanto non presenti difficoltà di sorta, non è tanto breve; e chi ha pratica di viaggi, sa quanto in questi riescono penosi i lunghi calcoli non tanto pel tempo che essi richiedono quanto perchè da soli, come si è quasi sempre ad eseguirli, è naturalmente tanto meno probabile di condurli a termine senza commettere errori quanto più essi sono laboriosi. — Da ciò l'opportunità di ridurli il più possibile semplici; e a tale effetto mi sembra che introducendo una variante nel metodo precedente, pur tenendo sempre fermo il sistema di osservare direzioni azimutali di astri, allorchè questi raggiungono distanze zenitali prestabilite, per quanto non più uguali fra loro, si possa ottenere una soluzione più semplice del problema.

Si può infatti fare in modo che questa distanza zenitale ξ (la quale deve soddisfare alla condizione $\xi > \frac{\lambda}{2}$) sia per ogni stella uguale alla sua distanza polare; in tal caso il triangolo sferico fondamentale diviene isoscele; e conducendo da S un'arco di cerchio massimo SM normale a PZ, si ottengono i due triangoli rettangoli SMP e SMZ.

Se conserviamo le precedenti notazioni ed indichiamo con t l'angolo orario in P si hanno le relazioni

$$\cos A = \operatorname{tang}\frac{\lambda}{2}\operatorname{cotg}\xi \tag{5}$$

$$\cos t = \operatorname{tang}\frac{\lambda}{2}\operatorname{cotg}\delta\,. \tag{6}$$

Considerando la (5) ed un'altra equazione ad essa analoga relativa ad una stella di distanza polare δ_1 che si attende al suo passaggio per la distanza zenitale $\xi_1 = \delta_1$ abbiamo le due equazioni

$$\cos A = \operatorname{tang}\frac{\lambda}{2}\operatorname{cotg}\xi \tag{7}$$

$$\cos A_1 = \operatorname{tang}\frac{\lambda}{2}\operatorname{cotg}\xi_1 \tag{8}$$

sufficienti a darci i valori di λ e di A.

Eliminando infatti λ si trova

$$\frac{\cos A}{\cos A_1} = \frac{\operatorname{cotg}\xi}{\operatorname{cotg}\xi_1}$$

da cui si ricava

$$\operatorname{cotg}\frac{1}{2}(A+A_1)\operatorname{cotg}\frac{1}{2}(A_1-A)=\frac{\operatorname{sen}(\xi_1+\xi)}{\operatorname{sen}(\xi_1-\xi)}.$$

Supponendo $A_1 > A$ e ponendo

$$A_1-A=a_1-a=\Delta a$$

si ha

$$\operatorname{tang}\left(A+\frac{\Delta a}{2}\right)=\frac{\operatorname{sen}(\xi_1-\xi)}{\operatorname{sen}(\xi_1+\xi)}\operatorname{cotg}\frac{\Delta a}{2} \tag{9}$$

la quale ci determina A e, conseguentemente, la lettura N corrispondente alla direzione Nord del meridiano che è data da

$$N=a-A.$$

Conosciuto A, la colatitudine risulta subito dalla stessa (7), cioè

$$\operatorname{tang}\frac{\lambda}{2}=\cos A\operatorname{tang}\xi$$

e, calcolando $\frac{\lambda}{2}$ anche dalla (8), ossia calcolando la

$$\operatorname{tang}\frac{\lambda}{2}=\cos A_1\operatorname{tang}\xi_1$$

si ha un controllo *al calcolo* giacchè i due logaritmi di $\operatorname{tang}\frac{\lambda}{2}$ debbono risultare idendentici o, tutt' al più, differire di una unità dell' ultimo ordine decimale per ragioni di arrotondamento numerico.

III.

Questo metodo può considerarsi come una variante a quello suggerito già da De Camphausen e consistente esso pure nell' attendere le stelle al loro passaggio per altezze uguali alla loro declinazione per osservarne però i tempi dei passaggi anzichè le direzioni azimutali. — Come metodo, giova dirlo subito non è un metodo di precisione; in primo luogo perchè, dovendo le puntate del cannocchiale venire preparate in precedenza, le osservazioni risentono delle variazioni dello zenit strumentale e della rifrazione durante l' attesa e, d' altra parte, sarebbe troppo complicato e fuori di luogo il calcolare, in base alle indicazioni delle livelle e degli strumenti meteorologici, le opportune riduzioni; in secondo luogo poi perchè il tener dietro a due movimenti della stella nel campo del cannocchiale in modo cioè da fissarla in azimut nel momento preciso in cui passa per l' altezza voluta, è cosa non facilmente eseguibile se si cerca l' ultima precisione. — Malgrado ciò però, se ci accontentiamo della appros-

simazione conseguibile coi piccoli strumenti da viaggiatori, non è più il caso di tener dietro alle accennate cause di errore i cui effetti rientrano largamente nell' approssimazione stessa, e ritengo perciò che il metodo possa talora rendere utili servigi in vista specialmente della semplicità dei calcoli. Esso intanto richiede *due sole* osservazioni (o, per meglio dire, due sole puntate di cannocchiale) (*) e la latitudine e la direzione del meridiano si ottengono, *indipendentemente dell' uso dell' orologio,* con calcolo brevissimo. Di più, se l' orologio è ancora usabile e solo se ne ignora lo stato assoluto, notando il tempo da esso segnato al momento in cui la stella raggiunge l' altezza voluta, l' angolo orario di essa in quell' istante non è altro che l' azimut A già trovato ed espresso in tempo; per cui indicando con U l'ora segnata dall' orologio e con α l' ascensione retta della stella, avremo, *senz'altro calcolo* per la correzione Δu dell' orologio

$$\Delta u = \alpha - A - U .$$

IV.

Per avere la formola differenziale relativa all' azimut A, differenziamo la (9), dopo aver preso i logaritmi neperiani dei due membri, considerandovi variabili solo A e Δa giacchè gli errori sulle distanze zenitali ξ secondo le quali (tenuto conto ben inteso della rifrazione) si dovrebbe trovare rigorosamente puntato il cannocchiale, si possono supporre tradotti in errori sulle letture azimutali a.

Si trova così

$$dA = -\frac{\operatorname{sen} A_1 \cos A}{\operatorname{sen} \Delta a} \cdot d\Delta a . \qquad (10)$$

L' errore che risulta sull' azimut A è dunque, in valore assoluto, uguale a quello commesso sulla differenza azimutale Δa moltiplicato pel rapporto

$$\frac{\operatorname{sen} A_1 \cos A}{\operatorname{sen} \Delta a}$$

e ci porremo nelle condizioni più favorevoli alla precisione se faremo in modo da avere, A_1 prossimo a zero e A più vicino che è possibile a 90° o 270°, o, in altri termini, se le stelle saranno l' una verso Nord e l' altra al più possibile verso Est o verso Ovest.

Per la colatitudine λ avremo, pure in valore assoluto, differenziando logaritmicamente la (7)

$$d\lambda = \operatorname{tang} A \operatorname{sen} \lambda \, d A$$

(*) Ogni puntata di questo genere contiene implicitamente due osservazioni; l' una in altezza e l' altra in azimut.

ovvero per la (10)

$$d\lambda = \tang A \operatorname{sen} \lambda \frac{\operatorname{sen} A_1 \cos A}{\operatorname{sen} \Delta a} d\Delta a$$

la quale ci mostra che, per la migliore determinazione della colatitudine valgono pure le precedenti condizioni.

V.

Il problema, come è evidente, è applicabile anche a stelle di declinazione australe purchè la loro distanza polare australe sia maggiore di $\frac{90 + L}{2}$; bisognerà in tal caso sostituire nelle formole precedenti alla colatitudine $\lambda = 90 - L$ la distanza del polo Sud allo zenit, ossia $90° + L = 180° - \lambda$, e contare provvisoriamente gli azimut dal meridiano Sud; il procedimento rimane così perfettamente invariato.

VI.

Come saggio del metodo riporto due determinazioni *completamente indipendenti* eseguite in vicinanza di Firenze la sera del 27 agosto 1906.

Le due coppie di stelle furono osservate con un teodolite che forniva gli angoli approssimati ad un minuto primo e, come si vede, i risultati non sono disprezzabili.

Il 27 Agosto 1906

Stelle osservate	Ascensioni rette	Declinazioni	Distanze polari vere	Rifrazioni	Dist. zenitali osservate	Letture azimutali
α Andromadae	$\alpha_1 = 0^h\,03^m\,34^s,3$	$D_1 = 28°\,34'\,27'', N$	$\xi_1 = 61°\,25'\,33''$	1′ 41″	61° 24′	$a_1 = 134°\,25'$
δ Bootis	$\alpha = 15\;\;11\;\;43,2$	$D = 33\;\;40\;\;09, N$	$\xi = 56\;\;19\;\;51$	1 23	56 18	$a = 344\;\;20$

$\xi_1 - \xi = 5\;\;05\;\;42$ $\Delta a = 150\;\;05$

$\xi_1 + \xi = 117\;\;45\;\;24$ $\frac{1}{2}\Delta a = 75\;\;02,30$

log. sen. $(\xi_1 - \xi) = 8,94845$

colog. sen. $(\xi_1 + \xi) = 0,05309$

log. cotg $\frac{1}{2}\Delta a = 9,42679$

log. tang. $(A + \frac{1}{2}\Delta a) = 8,42833$

$A + \frac{1}{2}\Delta a = 361°\,02'\,09''$

$\frac{1}{2}\Delta a = 75\;\;02\;\;30$

$A = 286\;\;29\;\;39$

$a = 344\;\;20\;\;00$

Lettura meridiana $N = 57\;\;50\;\;21$

log. cos. $A = 9,45319$

log. tang. $\xi = 0,17643$

log. tang. $\frac{\lambda}{2} = 9,62962 =$

$\frac{\lambda}{2} = 23°\,05'\,10''$

$\lambda = 46\;\;10\;\;20$

Latitudine $L = 43\;\;49\;\;40$

Calcolo di controllo

log. cos. $A_1 = 9,36573$

log. tang. $\xi_1 = 0,26390$

log. tang. $\frac{\lambda}{2} = 9,62963$

Calcolo del tempo

$A = 286°\,29'\,39''$

$\Delta a = 150\;\;05\;\;00$

$A_1 = 76\;\;34\;\;39 = \ldots\; 5^h\,06^m\,18^s,6$

$\alpha_1 = 0\;\;03\;\;34,3$

Tempo sidereo $\alpha - A_1 = \theta_1 = 18\;\;57\;\;15,7$

» osservato indipend. $18\;\;57\;\;15,3$

Differenza . . . . $0^s,4$

Correzione dell' orologio $\Delta U = \theta_1 - U$

Il 27 Agosto 1906

Stelle osservate	Ascensioni rette	Declinazioni	Distanze polari vere	Rifrazioni	Dist. zenitali osservate	Letture azimutali
α Arietis	$\alpha_1 = 2^h\,01^m\,54^s,6$	$D_1 = 23°\,01'\,10'', N$	$\xi_1 = 66°\,58'\,50''$	2′ 09″	66° 59′	$a_1 = 137°\,25'$
β Bootis	$\alpha = 14\;\;58\;\;24,5$	$D = 40\;\;45\;\;55, N$	$\xi = 49\;\;14\;\;05$	1 04	49 14	$a = 349\;\;24$

$\xi_1 - \xi = 17\;\;44\;\;45$ $\Delta a = 148\;\;01$

$\xi_1 + \xi = 116\;\;12\;\;55$ $\frac{1}{2}\Delta a = 74\;\;00,30$

log. sen. $(\xi_1 - \xi) = 9,48401$

colog. sen. $(\xi_1 + \xi) = 0,04714$

log. cotg. $\frac{1}{2}\Delta a = 9,45726$

log. tang. $(A + \frac{1}{2}\Delta a) = 8,98841$

$A + \frac{1}{2}\Delta a = 365°\,33'\,40''$

$\frac{1}{2}\Delta a = 74\;\;00\;\;30$

$A = 291\;\;33\;\;10$

$a = 349\;\;24\;\;01$

Lettura meridiana $N = 57\;\;50\;\;51$

log. cos. $A = 9,56509$

log. tang. $\xi = 0,06443$

log. tang. $\frac{\lambda}{2} = 9,62952 =$

$\frac{\lambda}{2} = 23°\,04'\,45''$

$\lambda = 46\;\;09\;\;30$

Latitudine $L = 43\;\;50\;\;30$

Calcolo di controllo

log. cos. $A_1 = 9,25778$

log. tang. $\xi_1 = 0,37174$

log. tang. $\frac{\lambda}{2} = 9,62952$

Calcolo del tempo

$A = 291°\,33'\,10''$

$\Delta a = 148\;\;01\;\;00$

$A_1 = 79\;\;34\;\;10 = \ldots\; 5^h\,18^m\,16^s,7$

$\alpha_1 = 2\;\;01\;\;54,6$

Tempo sidereo $\alpha - A_1 = \theta_1 = 20\;\;43\;\;37,9$

» osservato indipend. $20\;\;43\;\;38,8$

Differenza . . . . $0^s,9$

Correzione dell' orologio $\Delta U = \theta_1 - U$

SUL COEFFICIENTE PRATICO DI RIFRAZIONE TERRESTRE

NOTA

DEL

PROF. FEDERIGO GUARDUCCI

(letta nella Sessione delli 20 Maggio 1906).

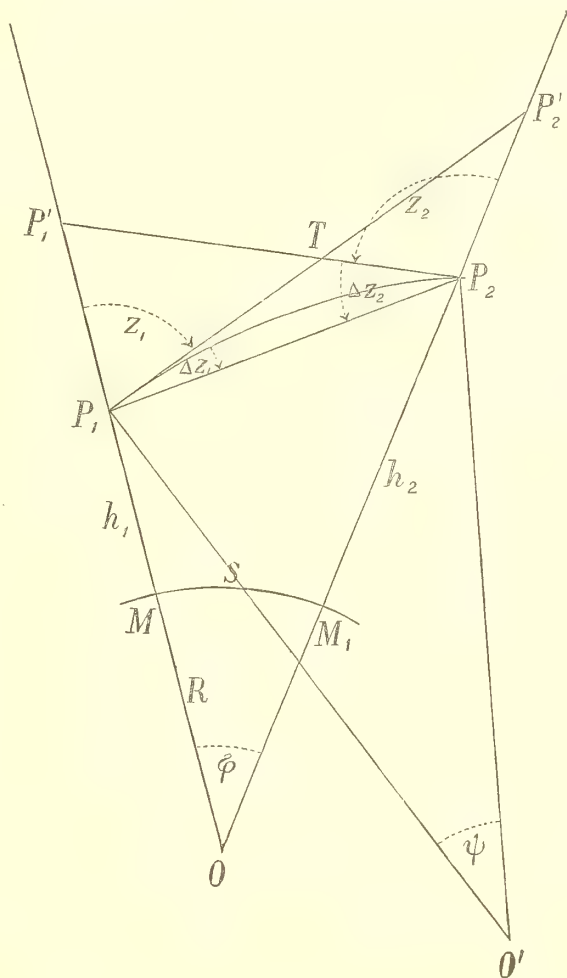
I.

Mi sembra non privo di interesse il richiamare l'attenzione sopra uno speciale punto di vista del quale si può, a parer mio, considerare l'influenza della rifrazione atmosferica nell'altimetria geodetica, allo scopo di migliorare quanto è possibile *dal lato pratico* le formole ad essa relative e che generalmente si usano.

Nell'esporre pertanto queste mie considerazioni su tale argomento, incomincierò dal riassumere le formole stesse per discuterle nel loro modo di comportarsi e per mostrare quindi le varianti che, a mio modo di vedere, si potrebbero in esse introdurre.

II.

Se P_1 e P_2 sono due punti elevati rispettivamente di h_1 e h_2 sulla superficie terrestre MM_1, la formula per determinare la loro differenza di livello si stabilisce, come è noto, partendo dalla relazione trigonometrica fondamentale del triangolo OP_1P_2 la quale ci dà

$$(1) \qquad \frac{R+h_2}{R+h_1} = \frac{\operatorname{sen}(z_1+\Delta z_1)}{\operatorname{sen}(z_1+\Delta z_1-\varphi)}$$

nella quale z_1 rappresenta la distanza zenitale apparente $P'_1 P_1 P'_2$ di P_2 osservata in P_1, Δz_1 l'angolo di rifrazione $P'_2 P_1 P_2$, φ l'angolo formato dalle verticali dei punti P_1 e P_2 le quali, data la distanza non molto grande fra i punti stessi, si possono ritenere contenute in un medesimo piano, ed R il raggio della Terra ritenuta sferica nei limiti della regione considerata.

Dalla precedente espressione si ricava

$$\frac{h_2 - h_1}{2R + h_1 + h_2} = \frac{\operatorname{tang} \frac{1}{2} \varphi}{\operatorname{tang} \frac{1}{2}(2z_1 + 2\Delta z_1 - \varphi)} = \operatorname{tang} \frac{1}{2} \varphi \operatorname{cotg}\left(z_1 + \Delta z_1 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

la quale, indicando con s la distanza geodetica fra P_1 e P_2, con h_m la media delle altitudini h_1 e h_2 ed osservando che, per essere φ un arco piccolo, possiamo sostituirlo alla sua tangente, diviene

$$h_2 - h_1 = \left(1 + \frac{h_m}{R}\right) \cdot s \cdot \operatorname{cotg}\left(z_1 + \Delta z_1 - \frac{\varphi}{2}\right) \tag{2}$$

la quale ci dà l'espressione della altitudine di P_2 sopra P_1.

In modo analogo, dal punto P_2 si avrebbe

$$h_1 - h_2 = \left(1 + \frac{h_m}{R}\right) \cdot s \cdot \operatorname{cotg}\left(z_2 + \Delta z_2 - \frac{\varphi}{2}\right). \tag{3}$$

Sommando queste due espressioni si ottiene:

$$0 = \left(1 + \frac{h_m}{R}\right) \cdot s \left\{ \operatorname{cotg}\left(z_1 + \Delta z_1 - \frac{\varphi}{2}\right) + \operatorname{cotg}\left(z_1 + \Delta z_2 - \frac{\varphi}{2}\right) \right\} \tag{4}$$

ovvero, sopprimendo i due fattori $1 + \frac{h_m}{R}$ ed s che non possono mai essere nulli,

$$\operatorname{cotg}\left(z_1 + \Delta z_1 - \frac{\varphi}{2}\right) + \operatorname{cotg}\left(z_2 + \Delta z_2 - \frac{\varphi}{2}\right) = 0 \tag{5}$$

da cui si ricava

$$\Delta z_1 + \Delta z_2 = \pi = (z_1 + z_2) + \varphi \tag{6}$$

equazione che avremmo potuto dedurre anche direttamente uguagliando a π la somma degli angoli del triangolo oP_1P_2; è stata invece dedotta nel modo esposto affinchè apparisca chiaramente che essa esprime la condizione teoretica di chiusura altimetrica del percorso $P_1 P_2 P_2 P_1$.

III.

Le quantità Δz_1 e Δz_2 non sono conosciute con precisione e si determinano invece in base ad ipotesi più o meno approssimate.

Secondo la più usata di queste, (quella formulata da Bouguer), si ammette che la variazione dell' indice di rifrazione assoluta μ degli strati atmosferici (supposti concentrici alla superficie terrestre) coll' altezza sia espressa dalla formola

$$\mu r^n = c \qquad (c = \text{costante}) \tag{7}$$

nella quale r rappresenta il raggio allo strato, ed n una costante da determinarsi coll' esperienza.

Questa ipotesi porta alla condizione che la somma delle rifrazioni Δz_1 e Δz_2, ossia l' angolo ψ (fig. 1) formato delle normali nei punti estremi della traiettoria luminosa (la quale si suppone inoltre una curva piana) sia proporzionale all' angolo φ o, in termini algebrici, si abbia

$$\Delta z_1 + \Delta z_2 = P_2' T P_2 = n\varphi \tag{8}$$

ove n è, la costante che comparisce nella precedente (7) e che vien chiamata *coefficiente di rifrazione.*

In pratica, specialmente poi quando le distanze zenitali z_1 e z_2 vengono misurate contemporaneamente, si limita ancora più la precedente ipotesi ammettendo che le due rifrazioni Δz_1 e Δz_2 siano fra loro uguali o, in altri termini, si ammette che la traiettoria luminosa sia un arco di cerchio ; abbiamo così anche (fig. 1).

$$\Delta z_1 = \Delta z_2 = \frac{\psi}{2} = \frac{n}{2}\varphi \tag{9}$$

e la (2) prende la forma

$$h_2 - h_1 = \left(1 + \frac{h_m}{R}\right) \cdot s \cdot \operatorname{cotg}\left(z_1 - \frac{1-n}{2}\varphi\right) \tag{10}$$

o anche, esprimendo φ per s e trascurando il termine $\frac{h_m}{N}$ di fronte alla unità,

$$h_2 - h_1 = s \operatorname{cotg}\left(z_1 - \frac{1-n}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right) \tag{11}$$

che è la espressione generalmente usata in pratica pel calcolo delle differenze di livello.

Dal punto P_2 si otterrebbe analogamente

$$h_1 - h_2 = s \operatorname{cotg}\left(z_2 - \frac{1-n}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right) \tag{12}$$

il cui secondo membro sarà evidentemente affetto da segno opposto a quello del termine analogo delle (11).

La (6) combinata colla (8) ci dà

$$(13) \qquad 1 - n = \frac{z_1 + z_2 - \pi}{\varphi} = \frac{z_1 + z_2 - \pi}{s} \cdot R \operatorname{sen} 1''$$

espressione che risulta anche dalla eliminazione delle h nelle (11) e (12) e ci permette di ottenere sperimentalmente il coefficiente medio di rifrazione n, il quale evidentemente, per una data coppia di distanza zenitali reciproche, non è altro che *quel numero che, nelle ipotesi ammesse, riduce uguali fra loro* (all' infuori di errori di osservazione) *in valore assoluto i secondi membri delle* (11) *e* (12).

IV.

Se calcoliamo le (11) e (12) con un coefficiente diverso da n ed uguale a $n + \varepsilon$ (ε positivo o negativo) abbiamo

$$h_2 - h_1 = s \operatorname{cotg}\left(z_1 - \frac{1 - (n + \varepsilon)}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right)$$

$$h_1 - h_2 = s \operatorname{cotg}\left(z_2 - \frac{1 - (n + \varepsilon)}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right)$$

ovvero, sviluppando in serie le cotangenti e trascurando quantità piccole

$$(14) \qquad h_2 - h_1 = s \operatorname{cotg}\left(z_1 - \frac{1 - n}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right) - \frac{\varepsilon s^2}{2R}$$

$$(15) \qquad h_1 - h_2 = s \operatorname{cotg}\left(z_2 - \frac{1 - n}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right) - \frac{\varepsilon s^2}{2R}$$

e poichè i primi termini dei secondi membri sono, per quello che abbiamo detto relativamente ad n, uguali e di segno opposto, così si vede che i valori assoluti delle differenze di livello reciproche risultano disuguali, ma la loro media aritmetica è indipendente da ε, ossia la medesima di quella che si ottiene adottando il coefficiente medio n che sodisfa alla (13)...

Quando dunque in ambedue i punti vennero misurate le distanze zenitali e si mantiene l' ipotesi della uguaglianza delle rifrazioni, il calcolo delle differenze di livello può farsi con un coefficiente qualunque se si adotta per differenza di livello fra i punti la media dei valori assoluti delle singole differenze di livello reciproche. — Il coefficiente di rifrazione non è dunque in questo caso che apparente; tanto è vero che eliminando n in una qualunque della (10), (11) e (12) mediante la (13), si ot-

tiene l' altra formola nota

$$h_2 - h_1 = s \cdot \operatorname{tang} \frac{1}{2}(z_2 - z_1)$$

che è indipendente da n.

La media dei valori di n dedotti colle (13) da un certo numero di coppie di distanze zenitali reciproche e, possibilmente, contemporanee osservate in una data regione, si adotta come coefficiente medio costante entro la regione stessa, ed evidentemente tiene luogo, con una certa approssimazione, della distanza zenitale reciproca quando questa non venne osservata.

V.

Non occorre spendere parole per dimostrare che l' ipotesi ammessa della uguaglianza delle rifrazioni, per quanto conduca in pratica a risultati non disprezzabili, merita tuttavia di essere, *fin dove è possibile*, riformata; e se ci facciamo a investigare gli effetti che essa produce nel calcolo delle differenze di livello, si riconosce ben presto che essa tende ad aumentare i valori delle differenze stesse.

Supponendo infatti, per un momento, che le rifrazioni *esatte* nei due estremi delle traiettorie siano espresse da

$$\Delta z_1 = \frac{n_1}{2}\varphi \qquad \Delta z_2 = \frac{n_2}{2}\varphi$$

ove n_1 ed n_2 sono differenti fra loro, dovremo avere per la (5), (all' infuori di errori di osservazione)

$$\operatorname{cotg}\left(z_1 - \frac{1-n_1}{2}\varphi\right) = -\operatorname{cotg}\left(z_2 - \frac{1-n_2}{2}\varphi\right)$$

da cui si deduce, avuto riguardo anche alla (13)

$$1 - \frac{n_1 + n_2}{2} = \frac{z_1 + z_2 - \pi}{\varphi} = 1 - n$$

la quale ci mostra che, nelle ipotesi fatte, e nei limiti di approssimazione della formola, n_1 e n_2 si debbono discostare ugualmente, l' uno in un senso, l' altro nel senso opposto, dal valore n precedentemente considerato; potremo perciò porre (se p. es. il punto P_1 è il più basso)

$$\Delta z_1 = \frac{n}{2}\varphi + \alpha, \qquad \Delta z_2 = \frac{n}{2}\varphi - \alpha$$

ed avremo, trascurando, al solito, quantità piccole

$$h_2 - h_1 = s \operatorname{cotg}\left(z_1 - \frac{1-n}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right) - \alpha s \tag{16}$$

$$h_1 - h_2 = s \operatorname{cotg}\left(z_2 - \frac{1-n}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right) + \alpha s \tag{17}$$

i cui secondi membri (sempre all'infuori di errori di osservazioni) debbono essere uguali in valore assoluto; e si vede perciò che adottando un valore *unico* pel coefficiente di rifrazione, sia esso uguale o diverse dall' n medio considerato, si commette nel calcolo di ciascuna delle precedenti un errore αs che non rimane eliminato facendo la media delle due differenze di livello reciproche.

VI.

Da quanto è stato fin qui esposto apparisce come, per avvicinarci un poco più alla realtà, bisogna supporre le rifrazioni disuguali ai due estremi della traiettoria luminosa; ed, ammesso ciò, sarebbe naturale ricorrere per la loro determinazione alla equazione della traiettoria stessa se tale equazione non fosse un risultato puramente teorico.

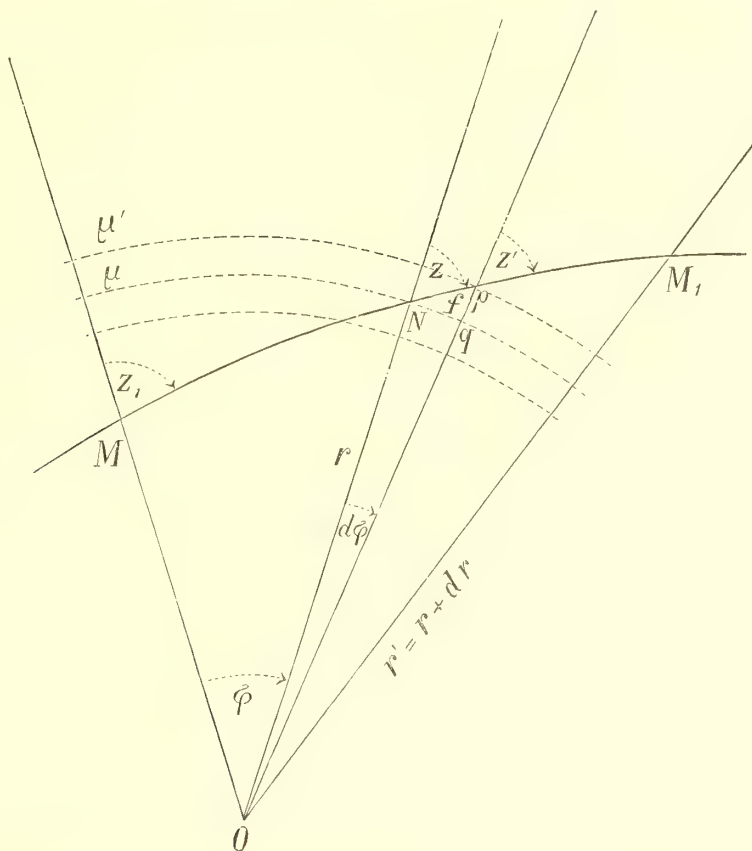
È noto infatti che per integrarne la equazione differenziale occorrerebbe avere sotto forma analitica la legge di variazione della densità nell' atmosfera lungo *tutta* la traiettoria al momento in cui si osserva la distanza zenitale, legge che evidentemente non potremo mai conoscere esattamente e che solo potremo avere in modo approssimato e subordinatamente all' ipotesi molto restrittiva, (e che non si realizza mai) di una atmosfera in stato di equilibrio termico e dinamico e disposta in strati di uguale densità concentrici alla superficie terrestre. — Essendo invece la traiettoria soggetta nel suo percorso a continue perturbazioni che non potremo mai controllare, ne segue che ci troveremo sempre di fronte ad incertezze nei risultati; e non deve perciò far meraviglia se le formole più elaborate per determinare la rifrazione terrestre, per quanto appoggiate alle più plausibili ipotesi sulla costituzione dell' atmosfera, non riescono in atto pratico migliori di quelle pressochè empiriche, ed in particolare di quella precedentemente esposta basata sulla ipotesi di Bouguer.

Considerate le cose da questo punto di vista e ritenuto che nella pratica convenga attenersi ad espressioni di applicazione facile e spedita, reputo miglior partito il cercare di migliorare in modo empirico *sulla base dell' esperienza* l' anzidetta formola (la quale dopo tutto conduce a risultati non del tutto disprezzabili per la pratica) coll' aggiungere un termine correttivo variabile in modo molto semplice nella parte relativa alla rifrazione; e per avere, in certo modo, una guida per stabilire la forma di detto termine, ricorreremo alla teoria per porre in relazione con questa il significato della quantità n.

VII.

Considerando il raggio vettore r della traiettoria luminosa MNP come funzione dell' angolo φ ed indicando rispettivamente con r_1 e r_2 i valori di r nei due estremi M e P della traiettoria stessa, potremo porre in generale

$$(18) \qquad r_2 = r_1 + \varphi\left(\frac{dr}{d\varphi}\right)_1 + \frac{\varphi^2}{2}\left(\frac{d^2r}{d\varphi^2}\right)_1 + \cdots$$

nella quale trascureremo i termini contenenti le potenze di φ superiori alla seconda;

ed i coefficienti $\left(\frac{dr}{d\varphi}\right)_1$, $\left(\frac{d^2r}{d\varphi^2}\right)_1 \ldots$ rappresentano ciò che divengono le derivate di r all' estremo M della traiettoria.

Come facilmente si vede dalla figura, abbiamo

$$\frac{\overline{pq}}{qN} = \frac{dr}{rd\varphi} = \operatorname{cotg} z$$

per cui

$$\frac{dr}{d\varphi} = r \operatorname{cotg} z \tag{19}$$

la quale, derivata, ci dà

$$\frac{d^2r}{d\varphi^2} = -\frac{r}{\operatorname{sen}^2 z} \cdot \frac{dz}{d\varphi} + \operatorname{cotg} z \frac{dr}{d\varphi}$$

ovvero, per la (19)

$$\frac{d^2r}{d\varphi^2} = -\frac{r}{\operatorname{sen}^2 z} \frac{dz}{d\varphi} + r \operatorname{cotg}^2 z \tag{20}$$

Per avere $\frac{dz}{d\varphi}$ osserviamo che, per una nota legge fisica, indicando rispettivamente con μ e μ' gl' indici di rifrazione assoluta dello strato $\overline{qP}$ e di quello ad esso successivo, abbiamo

$$\frac{\operatorname{sen} z'}{\operatorname{sen} f} = \frac{\mu}{\mu'} \tag{21}$$

e dal triangolo PoN

$$\frac{\operatorname{sen} z}{\operatorname{sen} f} = \frac{r'}{r}.$$

Eliminando $\operatorname{sen} f$ fra quest' ultima e la (21) si trova

$$\frac{\operatorname{sen} z'}{\operatorname{sen} z} = \frac{\mu r}{\mu' r'}$$

dalla quale si deduce

$$\frac{\operatorname{sen} z' - \operatorname{sen} z}{\operatorname{sen} z} = -\frac{\mu' r' - \mu r}{\mu' r'}$$

ed al limite, per strati vicinissimi,

$$\frac{d \operatorname{sen} z}{\operatorname{sen} z} = -\frac{d(\mu r)}{\mu r}$$

ovvero

$$\operatorname{cotg} z\, dz = -\left(\frac{dr}{r} + \frac{d\mu}{\mu}\right) = -\left(\frac{dr}{d\varphi}\frac{d\varphi}{r} + \frac{d\mu}{\mu}\right)$$

da cui, avuto riguardo alla (19) si deduce

$$\frac{dz}{d\varphi} = -\left(1 + \frac{r}{\mu}\frac{d\mu}{dr}\right)$$

e sostitueudo nella (20) abbiamo

$$\frac{d^2 r}{d\varphi^2} = \frac{r}{\operatorname{sen}^2 z}\left(1 + \frac{r}{\mu}\frac{d\mu}{dr}\right) + r \operatorname{cotg}^2 z$$

e la (18) diviene

$$r_2 = r_1 + \varphi r_1 \operatorname{cotg} z_1 + \frac{\varphi^2}{2}\left\{\frac{r_1\left(1 + \frac{r}{\mu}\frac{d\mu}{dr}\right)}{\operatorname{sen}^2 z_1} + r_1 \operatorname{cotg}^2 z_1\right\} + \cdots$$

ovvero esprimendo φ per s ed osservando che R ed r sono dello stesso ordine di grandezza, e ponendo

$$\frac{r}{\mu}\frac{d\mu}{dr} = -k \tag{22}$$

si ha

$$r_2 = r_1 + s \operatorname{cotg} z_1 + \frac{s^2}{2}\frac{(1-k)}{R \operatorname{sen}^2 z_1} + \frac{s^2 \cos^2 z_1}{2R \operatorname{sen}^2 z_1} + \cdots$$

ovvero

$$r_2 - r_1 = h_2 - h_1 = s \operatorname{cotg} \left\{ z_1 + \frac{s(1 - k + \cos^2 z_1)}{2R \operatorname{sen}^2 z_1} \right\} + \cdots$$

e finalmente, ponendo l' unità per $\operatorname{sen}^2 z_1$

$$(23) \qquad h_2 - h_1 = s \operatorname{cotg} \left\{ z_1 - \frac{[1 - (k - \cos^2 z_1)]}{2R \operatorname{sen} 1''} \cdot s \right\} + \cdots$$

la quale si identifica colla (11) quando si trascuri $\cos^2 z_1$ e si supponga k costante ed uguale ad n.

VIII.

Esaminando l' espressione (22) di k si vede che questa quantità dipende dalla legge di variazione della densità nell' atmosfera nella qual legge si possono ravvisare due parti; l' una, che potremo dire *normale*, variabile coll' altezza e l' altra irregolare e capricciosa dipendente da influenze locali e più specialmente dal perpetuo disequilibrio termico e dinamico in cui si trova l' atmosfera. — Essendo evidentemente impossibile sottomettere al calcolo quest' ultima parte, ci dovremo contentare di tener conto, quanto è possibile, della variazione normale, la quale alla sua volta, dipende anche dallo stato meteorologico del momento; ed è per questo che nelle formole teoriche per la rifrazione terrestre si fanno entrare i valori della temperatura, della pressione e dello stato igrometrico osservati nelle stazioni contemporaneamente alle misure delle distanze zenitali. Trattandosi peraltro della ricerca di un coefficiente *pratico* da usarsi correntemente nei vasti lavori di altimetria geodetica e da determinarsi *a posteriori* col concorso di molte delle osservazioni altimetriche eseguite in una data regione, in tempi diversi e in condizioni diverse, ci potremo anche dispensare dall' aver riguardo alle condizioni atmosferiche che accompagnano le singole osservazioni (le quali condizioni del resto non sarebbe facile osservarle in tutte le stazioni di un vasto lavoro di altimetria geodetica) ed il risultato che otterremo sarà quello che prossimamente conviene ad uno stato atmosferico medio della regione.

Tutto ciò porta a concludere che dovremo nella espressione di n aggiungere un termine dipendente dalla altitudine h del punto in cui fu osservata la distanza zenitale; e poichè, come abbiamo accennato, la supposizione di n costante non porta, in complesso, a cattivi risultati, così si vede fin d' ora che il valore di questo nuovo termine destinato a migliorare n dovrà essere piccolo. — Prendendolo, per semplicità, proporzionale ad h, porremo

$$(24) \qquad n = x + hy$$

essendo x e y due costanti da determinare, e così, incertezza per incertezza, questa forma, per quanto empirica avrà almeno di fronte alla (22) il pregio della semplicità.

Per effettuare questa determinazione si potrebbero, quando si conoscessero *a priori* i valori *precisi* di molte differenze di livello Δh ottenute mediante livellazioni geometriche, dedurre, applicando il metodo dei minimi quadrati, i valori più probabili di x e di y da molte equazioni mediate della forma

$$\Delta h = s \operatorname{cotag}\left(z - \frac{1-(x+hy)}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right)$$

la quale ridotta lineare diviene

$$x + hy - \frac{2R}{s} \operatorname{cotg}\left(z - \frac{s}{2R \operatorname{sen} 1''}\right) + \frac{2R}{s^2} \Delta h = 0\,.$$

Non essendo però cosa facile di poter disporre di un gran numero di differenze di livello misurate geometricamente, potremo supplire imponendo, come condizione *esatta* da soddisfare nelle equazioni mediate, la chiusura altimetrica rigorosa del percorso in andata e ritorno fra due punti o, in altri termini, la equazione (6). — Abbiamo intanto

$$\Delta z_1 = \frac{x + h_1 y}{2R \operatorname{sen} 1''} s$$

$$\Delta z_2 = \frac{x + h_2 y}{2R \operatorname{sen} 1''} s$$

dalle quali si deduce sommandole e avuto riguardo alla (6) e ponendo $h_m = \frac{h_1 + h_2}{2}$

$$\frac{s}{R} x + \frac{s}{R} h_m y + (z_1 + z_2 - 180^\circ - \varphi)'' \operatorname{sen} 1'' = 0 \tag{25}$$

e di simili equazioni ne avremo tante quante sono le coppie di distanze zenitali reciproche di cui disponiamo.

Trattandole col metodo dei minimi quadrati si giunge alle equazioni normali

$$(26)\quad \begin{cases} \left[\left(\frac{s}{R}\right)^2\right] x + \left[\left(\frac{s}{R}\right)^2 h_m\right] y + \left[\frac{s}{R}(z_1 + z_2 - 180^\circ - \varphi)'' \operatorname{sen} 1''\right] = 0 \\ \text{————} \quad \left[\left(\frac{s}{R} h_m\right)^2\right] y + \left[\frac{s}{R} h_m (z_1 + z_2 - 180^\circ - \varphi)'' \operatorname{sen} 1''\right] = 0 \end{cases}$$

dalle quali si possono dedurre i valori di x e di y.

IX.

In quello che precede abbiamo implicitamente supposto che le distanze zenitali siano state osservate mirando dall' una stazione il centro del cerchio verticale dello istrumento nell' altra stazione. — Se ciò non avvenne, la espressione della differenza di livello contiene, come è noto, due termini correttivi che vengono indicati generalmente con Δ_i e Δ_m e che rappresentano rispettivamente l' altezza del centro del cerchio verticale dell' istrumento sul piano di paragone della stazione e l' altezza della linea collimata sul piano di paragone del punto guardato, e si ha

$$h_2 - h_1 = s \cot\left(z_1 - \frac{1-(x+h_1 y)}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right) + \Delta i_1 - \Delta m_2 .$$

Analogamente abbiamo per la reciproca

$$h_1 - h_2 = s \cot\left(z_2 - \frac{1-(x+h_2 y)}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right) + \Delta i_2 - \Delta m_1$$

e la condizione teorica di chiusura rigorosa del percorso livellato diviene

$$0 = s \cot\left(z_1 - \frac{1-(x+h_1 y)}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right) + \Delta i_1 - \Delta m_2$$
$$+ s \cot\left(z_2 - \frac{1-(x+h_2 y)}{2R \operatorname{sen} 1''} i\right) + \Delta i_2 - \Delta m_1 .$$

Se i calcoli furono già eseguiti adottando un coefficiente di rifrazione n_0 costante, potremo porre

$$x = n_0 + \Delta n_0$$

e la precedente, sviluppando in serie le cotangenti e trascurando quantità piccole, può scriversi, (*)

$$\frac{s^2}{R} \Delta n_0 + \frac{s^2}{R} h_m y + (h_2 - h_1)_d + (h_1 - h_2)_r = 0 \tag{27}$$

avendo indicato rispettivamente con $(h_2 - h_1)_d$ e $(h_1 - h_2)_r$ le differenze di livello *diretta* a *reciproca* fra i piani di paragone delle stazioni già calcolate adottando un coefficiente di rifrazione costante qualunque n_0.

Le nostre incognite sono così divenute Δn_0, e y e ci verranno date dalle due

---

(*) $$0 = s \cot\left(z_1 - \frac{1-n_0}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right) + \Delta i_1 - \Delta m_2 + \frac{\Delta n_0 + h_1 y}{2R} s^2 +$$
$$+ s \cot\left(z_2 - \frac{1-n_0}{2R \operatorname{sen} 1''} s\right) + \Delta i_2 - \Delta i_1 + \frac{\Delta n_0 + h_2 y}{2R} s^2 + \cdots$$

da cui la (27).

equazioni normali che nascono dal complesso delle equazioni (27) che ci sarà dato stabilire, a ciascuna delle quali, però, dovrà essere attribuito il dovuto peso. — Al quale scopo osserveremo che differenziando la (13), si vede che l'errore da cui risulta affetto il coefficiente di rifrazione n dedotto dalle distanze zenitali reciproche è inversamente proporzionale alla distanza s che separa i punti; cosicchè dovremo attribuire ad ognuna delle (27) un peso p proporzionale ad s^2, ossia moltiplicare ciascuna di esse per $\sqrt{p} = s$ prima di procedere alla formazione delle equazioni normali. — Così facendo si ottengono le equazioni normali

$$(28)\quad \left\{ \begin{aligned} \left[\frac{s^6}{R^2}\right]\Delta n_0 + \left[\frac{s^6}{R^2} h_m\right] y + \left[\frac{s^3}{R} \left\{ (h_2 - h_1)_d + (h_1 - h_2)_r \right\}\right] &= 0 \\ \text{————} \left[\frac{s^6}{R^2} h_m^2\right] y + \left[\frac{s^3}{R} h_m \left\{ (h_2 - h_1)_d + (h_1 - h_2)_r \right\}\right] &= 0 \end{aligned} \right.$$

le quali sono anche più comode delle (26) e ci danno i valori di Δn_0 e di y che risolvono il problema. — Avremo così per l'espressione generale del coefficiente di rifrazione

$$n = n_0 + \Delta n_0 + hy$$

nella quale $n_0 + \Delta n_0$ sarà la parte costante e hy quella variabile coll'altezza della stazione. — Ponendo

$$n_0 + \Delta n_0 = A$$
$$y = B$$

il coefficiente di rifrazione in una stazione di altitudine h sarà espresso da

$$n = A + Bh\,.$$

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DEL SIGNIFICATO PATOGENETICO

DEL

PNEUMOBACILLO DI FRIEDLÄNDER

MEMORIA

DEL

Prof. FLORIANO BRAZZOLA

(Letta nella Sessione del 29 Aprile 1906).

Il significato patogenetico del pneumobacillo di Friedländer, sebbene sia molteplice e svariato, oggi è abbastanza ben stabilito: vi sono però ancora alcune questioni sospese, riguardo specialmente alla sua morfologia e biologia, ai rapporti col gruppo bacilli capsulati, ed, in parte anche, al significato patogenetico.

Dapprima questo microrganismo fu descritto quale agente specifico della polmonite, poi venne considerato come saprofita innocuo, ed identificato, o confuso, con altri microorganismi; ne venne persino negata, o messa molto in dubbio, la individualità specifica. Ultimamente però diversi autori hanno di nuovo richiamato l'attenzione su questo microorganismo, hanno studiato i rapporti che esistono, o possono esistere, fra questa forma ed alcuni microorganismi affini, e ne hanno dimostrato ed esteso il significato patogenetico.

Non intendo riportare la letteratura sull'argomento, la quale è del resto in gran parte riferita nei lavori di Étienne (1) e di Clairmont (2); riassumo solo brevemente la questione, riferendo i dati maggiormente importanti.

Il pneumobacillo Friedländer fu descritto dapprima dal Friedländer (3) quale agente specifico della polmonite fibrinosa. Presto però questo significato patogenetico venne dimostrato non esatto, specialmente in seguito ai lavori di Affanassiew,

---

(1) G. Étienne — Le pneumobacille de Friedländer. — Revue génerale. — Archives de Medicine Experimentale 1895.

(2) P. Clairmont — Differentialdiagnostische Untersuchungen über Kapselbacterien. — Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankeiten Bd. XXXIX, 1902.

(3) Friedländer — Ueber die Schizomiceten bei der acuten Pneumonie. — Virchow's Archiv. Bd. LXXXVII, 1882.

Idem. — Die Mikrokokken der Pneumonie. — Fortschrifte der Medicin, 1883.

Fränkel, Talamon e Weichselbaum sul pneumococco, ed il pneumobacillo venne ritenuto, per un certo tempo almeno, quasi un saprofita innocuo.

Presto però le osservazioni andarono man mano estendendosi; ricerche condotte con serio indirizzo e tecnica rigorosa hanno meglio studiato la morfologia e la biologia del pneumobacillo, ed il suo significato patogenetico venne mano mano stabilito e determinato.

Ricorderò solo, quasi incidentalmente, il significato ed il valore etiologico del pneumococco nella bronco-polmonite, citando i lavori di Pipping (1), di Netter (2), di Banti (3); quello nella pleurite (Netter (4), Letulle (5), Étienne (6)); quello nella pericardite (Netter, Fränkel, Banti, Paviot (7), Étienne e Haushalter (8)). Così pure non farò che accennare alle lesioni locali sostenute dal pneumobacillo: ricordo fra esse quelle delle vie biliari ed urinarie, quelle della bocca e faringe, delle cavità nasali, delle vie lagrimali, della cornea, nonchè le forme propagate, (parotiti, otiti ecc.).

Il pneumobacillo Friedländer poi può sostenere forme generali gravissime, a carattere settico pioemico. Prescindendo dai casi d' infezione generale gravissima, a carattere settico, secondarî od accompagnati a localizzazione polmonare o pleurale o ad endocardite, (Banti, Nelter, Weichselbaum, Rispol ecc.) conosciamo nella letteratura dei casi primitivi di infezione gravissima a carattere settico, o settico pioemico ed anche forme emorragiche. Mi basti ricordare le osservazioni di Bordoni Uffreduzzi, di Banti, Netter, Étienne.

Questo è sommariamente il significato patogenetico del bacillo Friedländer. La morfologia di questo microorganismo e la biologia in genere, sono state, sovratutto in questi ultimi tempi, abbastanza ben studiate. Vi sono però ancora molte questioni, sospese e sovratutto i rapporti del gruppo bacilli capsulati fra di loro e con altri microorganismi più o meno affini.

Avendo avuto ultimamente l' opportunità di studiare un caso gravissimo di infezione, sostenuto da questo microorganismo, credo utile comunicarlo, sia come contributo alla casistica, sia per alcune particolarità che ritengo degne di nota.

---

(1) Pipping — Kapselkokken bei der Broncopneumonie — Fortschrifte der Medicin. 1886.

(2) Netter — Traité de Médecine. — Charcot-Bouchard.

(3) Banti — Sopra quattro nuove specie di protei o bacilli capsulati. — Lo Sperimentale 1888.

(4) Netter — Soc. med. des Hôpitaux 1890. — Traité Medecine de Charcot Bouchard.

(5) Letulle — Pleurésie interlobulaire gauche suppurée causé par le bacille encapsulé Friedländer. — Soc. med. Hôpitaux 1890.

(6) Étienne — l. c. Archives de Medecine experimentale 1895.

(7) Paviot — Pericardite purulente — Societé des sciences medicales de Lyon 1894.

(8) Étienne et Haushalter — La pericardite suppurée chez l' enfant. — Revue mensuelle des maladies de l' enfance 1894.

Il giorno 4 Marzo u. s. fui invitato dall' autorità giudiziaria ad esaminare dal lato batteriologico ed istologico il cadavere di un individuo, che si sospettava morto per intossicazione alimentare da carne (ingestione di fegato di maiale).

Riferisco dapprima brevemente il quadro clinico presentato dall' ammalato e le lesioni anatomo-patologiche riscontrate alla sezione.

A. O. giovane di 24 anni, guardia di città (Bologna).

Nessun precedente degno di nota.

Il giorno 26 Febbraio, verso le 17, mangia, in compagnia di altri due suoi compagni, in un' osteria della città del fegato di maiale fritto e beve del vino. Verso le 8 entra in caserma; sta bene, danza fin verso le 22, quindi si corica. Alle 23 e $^1/_2$ circa è chiamato dal piantone di guardia, dovendo prestar servizio alle 12, ma non si sente bene, ha forte malessere e fenomeni da parte dello stomaco, (dolore, vomito).

Alla mattina del 27 si alza e si presenta al medico, accusando i disturbi avuti; viene prescritto un purgante e riposo: il medico ritiene trattarsi di un disturbo gastro-intestinale da disordine dietetico. Il giorno 28 le condizioni, su per giù, sono le stesse; fenomeni da parte dello stomaco, malessere, febbre leggera — (non misurata). — La mattina del giorno 1 Marzo i fenomeni sono molto aggravati, vi è febbre elevata, stato di prostrazione, e continuano, in parte almeno, i fenomeni da parte dello stomaco. Si consiglia l' ammissione all' ospedale.

L' A. entra all' ospedale militare alle ore 17 del 1 Marzo in condizioni molto gravi: quasi incosciente, in grave stato di debolezza, quasi in collasso, temperatura 39°,5 e con gravi sintomi cerebrali.

Alla mattina del 2 i sintomi cerebrali e la prostrazione sono molto aumentati; la febbre è sempre alta, si notano alterazioni profonde anche nella funzione respiratoria, ottusità al torace destro, (senza tosse, senza espettorato). I sintomi cerebrali si aggravano maggiormente e dominano il quadro morboso, si ha paresi del facciale destro, l' ammalato è incosciente e delirante: il delirio s' accentua maggiormente con tutto il quadro della meningite, e l' ammalato muore il 3 mattino per colasso e asfissia.

Alla sezione cadaverica si riscontrarono le seguenti lesioni che ci interessano, e che riassumo brevemente:

Meningi congeste, seno longitudinale con molto sangue, in parte coagulato. La dura madre non aderisce alle sottosostanti meningi, le quali appaiono molto congeste ed opacate: nei solchi delle circonvoluzioni vi ha un essudato bianco gialliccio torbido, con qualche sottile membrana fibrinosa, essudato che verso il vertice ha carattere purulento. La sostanza cerebrale è congesta, specie verso la superficie, ed ematosa: si trova una certa quantità di liquido torbido nei ventricoli laterali. — Meningite diffusa, specie della volta, ad essudato siero fibrinoso purulento. —

Nel cavo pleurico destro vi è una discreta quantità di essudato sanguinolento sporco, con qualche scarsa briglia fibrinosa. -— Pleurite emorragico-purulenta. —

Il polmone destro ha vecchie aderenze. Il lobo superiore, medio ed anche parte dell' inferiore è in preda a polmonite. Il polmone presenta i caratteri della polmonite fibrinosa pseudo lobare dei francesi : ha cioè quasi caratteri intermedii fra la polmonite fibrinosa e la bronco-polmonite. Il polmone appare quasi epatizzato, stato di epatizzazione rossa, ma l' essudato non è massivamente coagulato, non galeggia, ma va al fondo lentamente e malamente, alla compressione fuoriesce materiale sanguinolento sporco, spesso però frammisto a piccole bolle d' aria. Come ripeto il polmone presentava le lesioni tipiche della polmonite pseudo lobare dei francesi, caratteri quasi intermediarî fra la polmonite fibrinosa classica da pneumococco Fränkel e la bronco-polmonite.

Nel cavo addominale non vi è liquido.

Gli intestini sono meteorizzati. Da parte del peritoneo nessun fatto infiammatorio.

Lo stomaco è normale verso il cardias, verso la parte pilorica invece vi sono fatti di gastrite, ma non molto grave.

Lungo tutto l' intestino, nelle sue varie sezioni, nulla di anormale ; non si notano fatti infiammatorì, macroscopicamente apprezzabili, nè altre lesioni.

La milza è ingrossata, tumida, molto ricca di sangue, un po' spappolabile. Milza infettiva.

Il fegato è piuttosto pallido, facilmente lacerabile, anche macroscopicamente presenta i caratteri del fegato infettivo-tossico.

I reni sono un po' tumidi, congesti, molli ; la parte corticale malamente distinta dalla midollare, la superficie di taglio è granulosa, i reni presentano tutti i caratteri della glomerulo nefrite acuta.

La diagnosi anatomo-patologica fu quindi : polmonite destra pseudo lobare, pleurite destra, meningite siero-purulenta, specialmente della volta, gastrite limitata alla regione pilorica, nefrite acuta, milza e fegato infettivi. Questa diagnosi anatomo-patologica macroscopica, fu pienamente riconfermata dall' indagine microscopica e trovo del tutto superfluo riferirne i dati.

Il materiale per le ricerche affidatomi fu raccolto, in grande quantità e colle più scrupolose precauzioni, durante la necroscopia, e portato immediatamente in laboratorio (per le prove di cultura, seminagioni ecc.), per l' esame microscopico a fresco, e per tutte le altre ricerche di istologia, specialmente per lo studio delle lesioni del polmone, dello stomaco ed intestino, del rene, del miocardio, del fegato ecc.

I materiali furono: la raccolta purulenta sottomeningea ; il liquido dei ventricoli laterali e cefalorachidiano in genere, la sostanza cerebrale, (parte corticale e della base), il midollo spinale, (diverse porzioni del tratto cervicale e dorso-lombare) il versamento pericardico, il sangue dal cuore, il versamento pleuritico, il succo del polmone, pezzi di polmone, il versamento del cavo addominale, il contenuto dello stomaco, il contenuto dell' intestino, (duodeno, digiuno, ileo, cieco, crasso, - porzione di anse legate), la milza, il fegato, (grossi pezzi di fegato tagliati in diverse parti), i reni, l' urina, il midollo dell' osso (omero e femore).

Dapprima, anche per rispondere al mandato affidatomi, gli studii furono rivolti alla ricerca dei microorganismi delle intossicazioni da carne.

Le lesioni riscontrate macroscopicamente però obbligarono subito ad estendere maggiormente le ricerche: sovratutto per il pneumococco, il meningococco, (dominava in Bologna un lieve endemia di questa forma), ed anche per il bacillo di Eberth, i paratifi, il gruppo coli.

Ricerche batteriologiche. — Le ricerche batteriologiche furono rivolte alla ricerca ed all' isolamento del microorganismo od eventuali microorganismi che sostenevano il processo morboso e quindi, innanzi tutto, furono istituite numerosissime prove culturali nei diversi substrati.

Come materiale per le seminagioni fu usato: il sangue circolante, il liquido cefalo-rachidiano, il versamento sottomeningeo, il materiale di raschiamento della superficie del cervello e del midollo spinale, la polpa splenica, il fegato, la bile contenuta nei grossi canali biliari, il contenuto dell' intestino nelle diverse sezioni, il midollo dell' osso.

Le culture poi furono istituite in parte al contatto all' aria, in parte nel vuoto.

Le culture nel vuoto, fatte con diversi metodi, furono tutte sterili.

Le culture invece fatte in contatto coll' aria, ed anche quelle nei substrati comunemente usati in batteriologia, diedero luogo allo sviluppo di un microorganismo, allo stato di purezza. Si può quasi dire che da tutte le seminagioni, si ebbero culture pure, costituite da un unico microorganismo. Dalle seminagioni fatte col sangue del cuore, col liquido cefalo rachidiano, coll' essudato sotto-meningeo, colla polpa splenica, col midollo delle ossa, col rene, coll' essudato pleurico, col fegato si ebbero culture pure.

Il microorganismo presentava i caratteri morfologici e biologici che riferisco brevemente, e che corrispondono a quelli del bacillo Friedländer.

Le culture furono fatte, come fu detto, sui substrati i più diversi, sia substrati comunemente usati nell' indagine batteriologica, sia in varî substrati speciali.

Nell' agar-agar lo sviluppo è attivissimo; le colonie isolate si presentano piuttosto spesse, a margini un po' frastagliati, di un colorito grigio leggermente madraperlaceo quando sono giovani e sottili, dopo diventano grigio biancastre ed alquanto vischiose. Nelle seminagioni fatte per strisciamento le culture si sviluppano sotto forma di striscie grigio biancastre, spesse, alquanto vischiose, non però così vischiose e dall' aspetto quasi del miele, come qualche autore riferisce. A questo proposito però debbo ricordare che i diversi autori che hanno studiato questo microorganismo, o per lo meno il gruppo bacilli capsulati, danno caratteri alquanto diversi. Richiamo in ispecial modo il lavoro di Clairmont.

In gelatina comune si ha lo sviluppo a chiodo, ma a capocchia piuttosto appiattita; la gelatina non fluidifica. Mano mano che le culture in gelatina invecchiano, vanno prendendo un colorito grigio scuro. In brodo si ha un rapido sviluppo, con un velo spesso, ad anello, un po' vischioso e che cade al fondo.

Nei brodi lattosati, nell' agar lattosato lo sviluppo è attivissimo, con produzione di gas. Fa fermentare anche la glicerina.

Il latte coagula, ma tardivamente, in terza giornata. Non si ha produzione di indolo.

Insieme a queste culture ne furono fatte altre nei brodi con diversi saccaridî, nei brodi e substrati colorati ed a diversa reazione, specialmente per la diagnosi differenziale coi bacilli capsulati e coi paratifi, specie il paratifo *B*. Ma di questo dirò più avanti.

Riferirò invece subito sui caratteri morfologici per incominciare a precisare meglio il microorganismo in questione.

All' esame a fresco dei prodotti morbosi il microorganismo presentava i seguenti caratteri: L' esame fu portato su tutti i materiali raccolti: in alcuni il microorganismo vi si trovava in grande quantità, in altri era piuttosto scarso.

Nel sangue si trovava in discreta quantità con caratteri molto tipici; lo stesso nel liquido cefalo rachidiano: si trova in grande quantità nel versamento pleurico, ed in quello sotto meningeo, pure abbondante nel polmone, meno nel fegato e nel rene.

Il microorganismo in questi prodotti morbosi si presenta coi caratteri morfologici classici del pneumobacillo di Friedländer. Esso infatti ha la forma di corti bacilli, piuttosto tozzi, ad estremi arrotondati ed alcuni anche un po' a punta, da dare quasi la forma a navetta, per lo più riuniti a due, perfettamente immobili e circondati, specialmente in alcuni tessuti e prodotti, da una capsula manifestissima; sono perfettamente immobili.

La forma più tipica del pneumobacillo, come ho già detto, si trova nel sangue circolante ed anche nel liquido cefalo-rachidiano, nell' essudato sottomeningeo: nel polmone invece e nel versamento pleurico si trovano a preferenza forme allungate.

La colorazione del microorganismo avviene facilmente con tutti i metodi comunemente usati in batteriologia; si scolora col Gram ma non molto rapidamente, bisogna far agire la soluzione iodio-iodurata per un po' di tempo.

Anche nelle culture i caratteri morfologici del microorganismo corrispondono a quelli del pneumobacillo Friedländer, ed è superfluo ripeterli; notai solo che in agar si hanno forme piuttosto corte, quasi cocchi un po' allungati, per lo più riuniti a diplococco; nei brodi invece le forme sono sempre piuttosto allungate.

La moltiplicazione avviene per scissione: non si ha la produzione di spore.

Per meglio stabilire l' identificazione del microorganismo, furono fatte anche una serie di prove d' innesto e sovratutto nel topo, nella cavia e nel coniglio. Il topo e la cavia morivano costantemente, in pochissimo tempo, con gravi fenomeni di infezione settica: nelle cavie, se la malattia dura appena un po' di tempo, si trovano sempre anche fatti di bronco-polmonite e polmonite pseudo-lobare, versamento pleurico, milza molto grossa.

Il coniglio oppone una certa resistenza: l' animale muore solamente dopo fortissime dosi intraperitoneali, o più sicuramente con iniezioni intravenose. Il coniglio muore con fenomeni di infezione acuta a carattere settico.

La resistenza del coniglio di fronte allo stipite di pneumobacillo Friedländer isolato in questo caso, non era così elevata, come è stato descritto per altri stipiti.

Stabiliti questi fatti furono istituite altre ricerche per meglio identificare il microorganismo isolato e stabilire alcuni caratteri differenziali specialmente coi microorganismi affini del gruppo capsulati e coi paratifi in genere. A questo scopo vennero fatte molte prove culturali nei diversi substrati, brodo, peptone, brodi glucosati e con diversi saccaridi, brodo glicerinato, brodi acidificati e colorati, brodi alcalini, agar con laccamuffa, agar Drigalsky Conradi, agar al rosso neutro ecc., e furono anche istituite diverse prove siero diagnostiche, dalle quali risultò provato nel modo più sicuro l' identificazione col pneumobacillo Friedländer.

Le **conclusioni** cui arrivo sono le seguenti:

Il pneumobacillo Friedländer è una specie microbica a sè, ben determinata, con caratteri morfologici e biologici che lo fanno nettamente differenziare da altri microorganismi affini. Entra nel gruppo dei capsulati, ha pure alcuni caratteri che lo avvicinano a diversi altri microorganismi, sovratutto paracoli, paratifi, bacillus lactis aerogenes ecc., ma per i caratteri morfologici, e specialmente per quelli biologici, (fermentazioni, agglutinamento, potere patogenetico) vi si differenzia, e costituisce una specie microbica a sè.

Questo microorganismo, può avere una vita saprofitica nell' uomo, negli animali e nel mondo esterno in genere; ma in diverse circostanze, per l' azione delle abituali cause predisponenti ed occasionali, o per variazioni nelle sue proprietà biologiche, può dar luogo a lesioni locali varie, diversamente localizzate e di diversa gravità, ed anche ad infezioni a distanza generalizzate ed a setticemie rapidamente mortali.

Nel caso descritto si trattava di una grave infezione da pneumobacillo di Friedländer; l' agente specifico aveva dato luogo a pleuro-polmonite e meningite, con infezione generale a carattere settico.

MATERIALI

PER

UNA MONOGRAFIA DELLE PILOBOLEE

MEMORIA

DEL

PROF. FAUSTO MORINI

(letta nella Seduta del 26 Novembre 1905)

CON UNA TAVOLA

I.

Il presente lavoro porta il titolo modesto « *Materiali per una Monografia delle Pilobolee* » ; ed infatti esso rappresenta un' introduzione, un avviamento ad un' elaborazione monografica della detta tribù delle Mucorinee la quale, tanto pei caratteri dell' apparato vegetante, che per quelli degli sporangi, nonchè per determinate particolarità biologiche delle ife sporangiofore e delle zigospore, presenta uno specialissimo interesse. Per ciò il suo studio rivelasi sommamente istruttivo e fecondo di osservazioni importanti riferentisi alla morfologia comparata ed alla biologia delle Mucorinee, e quindi necessariamente alla filogenesi dell' intera famiglia. Principalmente queste ragioni spiegano il grande numero dei Micologi che hanno rivolto la loro attenzione ai detti fungilli, per cui la letteratura che a questi si riferisce è certamente una delle più ricche in confronto agli altri gruppi fungini

Non è mio compito entrare in una rivista generale dei numerosi lavori sulle Pilobolee, argomento questo troppo esteso, che non corrisponderebbe ai limiti della presente pubblicazione. Bensì volgeremo soltanto uno sguardo ai principali periodi che lo studio delle Pilobolee presenta dai suoi primordi e nel suo progressivo svolgimento.

Il primo cenno che si ha sui Piloboli, per quanto è a mia conoscenza, trovasi nell' Opera del grande botanico inglese J. Ray: *Historia Plantarum* (1). A pag. 1928 del 2° Tomo dove leggesi: *E Catalogo huc transmisso Anno 1680 quem composuit eruditissimus Vir et consumatissimus Botanicus D. Iohannes Banister Plantarum à seipso in Virginia observatarum*, più sotto trovasi questo passo: « *Fungus (ex stercore equino) capillaceus*

---

(1) Ray J. — Historia plantarum. Tomus secundus. Londini ; 1688.

capitulo rorido, nigro punctulo in summitate notato. Ex recenti fimo noctu exoritur cauliculis erectis, vix digitum longis, capillorum instar tenuibus nec minus densis seu confertis. Singuli Cauliculi parvulo globulo aqueo coronantur, qui in summa sui parte macula parva nigra Limacis oculo simili insignitur ». Alcuni anni dopo il Plukenet nella sua *Phytographia* (1) nella Tav. CXVI, Fig. 7ª, diede la prima figura di un Pilobolo che denominò *Fungus Virginianus*, e che corrisponderebbe al *Pilobolus roridus.*

Ma un italiano, Giov. Ant. Scopoli, ebbe il grande merito di avere cominciato a fissare la posizione sistematica dei fungilli in questione. Nella seconda edizione della sua *Flora Carniolica* (2) ascrisse al gen. Mucor (Linneo, Gen. Plant., 1083) una forma che denominò *Mucor obliquus*, di cui diede la seguente frase diagnostica: « *Tuber obliquus proferens stipitem semilinearem et terminatum capitulo ovali, glandulam nigram verticalem sustinente* ».

Così bene avviata per opera dello Scopoli la collocazione nel sistema di tali fungilli, questa fu completata nel 1784 dal Tode (3), il fondatore de. gen. *Pilobolus* di cui diede una esatta descrizione, nelle cui forme riconobbe con mirabile acutezza uno dei principali caratteri dato appunto dal lanciamento degli sporangi, come lo dimostra già il titolo del suo lavoro ed in conseguenza, la denominazione del suo genere.

Una valorosa schiera di Botanici e di Micologi dedicossi allo studio di dette forme così interessanti. Principalmente abbiamo Coemans (4), Klein (5) Brefeld (6) Grove (7), Palla (8), Fischer (9) ma più di tutti, per l'impronta indelebile che hanno lasciato in tali studi, quelle elette intelligenze del Van Tieghem e del Cohn, ai quali non può andare disgiunto il Barone Cesati, lo scuopritore di un'altra forma delle Pilobolee, che poi più tardi dal Van Tieghem doveva essere elevata al grado di genere (*Pilaira*).

---

(1) Plukenet L. — Phytographia, sive stirpium illustriorum et minus cognitarum icones, tabulis aeneis, ecc. — Pars prior. Londini, 1691. Tab. CXVI, fig. 7.

(2) Scopoli J. A. — Flora Carniolica exhibens plantas Carniolae indigenas, ecc. — Editio secunda, Pag. 494, 495, N. 1643, Tom. II. Viennae, 1772.

(3) Tode H. — Beschreibung des Hutwerfer, Pilobolus, eines neuen sonderbaren Schvvammgeschlecht (Schriften der Naturf. Berliner Gesell.; V, T. I; 1784).

(4) Coemans E. — Monographie du Genre *Pilobolus* Tode, spécialement ètudiè au point de vue anatomique et physiologique (Mém. couronnés et Mém. des savants étrangers, publiés par l'Acad. Royale des sciences de Belgique. Tome XXX, 1858-61). Avec 3 Planches.

(5) Klein J. — Zur Kenntniss des Pilobolus (Pringsheim s' Jahrbücher f. wissenschaft. Bot.; Bd. VIII, Heft 3; 1872). Mit. 8 Taf.

(6) Brefeld O. — Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie — Heft I (1872): Botanische Untersuchungen ü. Schimmelpilze. I. Entwickelung des Pilobolus; II. Formen des Pilobolus; III. Pleomorphie des Pilobolus.

(7) Grove W. B. — On the Pilobolidae, with a Synopsis of the European species, and a description of a new one (The Midland Naturalist. Vol. VII, N. 77-84. London, 1884, Plate IV, VI

(8) Palla E. — Zur Kenntniss der Pilobolus — Arten. (Oesterr. bot. Zeitschrift, N. 10, 11; 1900). Mit 1 Taf.

(9) Fischer A. — Phycomycetes (Rabenhorst' s Kryptogamen — Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. Erster Band, IV Abth.; Pilze. — Leipzig, 1892).

Il primo lavoro veramente importante sui Piloboli devesi a Ferd. Cohn (1); ed in esso bentosto rifulse l'acutezza delle sue osservazioni e la sua mente geniale che applicò le nozioni dell'anatomia comparata delle piante e della fisiologia generale allo studio della vita delle dette Mucorinee. Veramente la specie da lui studiata non era il *Pilobolus crystallinus*, ma bensì il *P. oedipus*, tuttavia le sue ricerche così accurate e condotte con un ordine mirabile, fanno giustamente riguardare la sua Memoria pubblicata fino dal 1851 come un modello degli studi ontogenetici sui funghi. Ed a prova di ciò basta riportare l'ordine degli argomenti delle sue osservazioni:

1. Descrizione della forma adulta del Pilobolus.

2. Storia dello sviluppo: *a*) germinazione e sviluppo vegetativo; *b*) sporificazione.

3. Fisiologia del Pilobolus.

4. Posizione di questo fungillo fra le piante cellulari.

I principali risultati cui è pervenuto il Cohn si riferiscono principalmente alla costituzione dell'apparato vegetante, che risulta formato da tre cellule, per cui la detta specie è tipicamente una pianta tricellulare; alla durata della totale evoluzione del corpo fruttificante; alla formazione delle spore entro lo sporangio, la quale con un interessante raffronto è paragonata a quanto ha luogo in parecchie Alghe (nei gen. *Cladophora*, *Hydrodictyon*, *Bryopsis*, *Characium*, ed alcuni altri tipi); al meccanismo del distacco e del lanciamento degli sporangi; infine, intorno alla secrezione di goccioline di acqua, che in tanta copia si vanno formando alla superficie della vescicola iposporangiale.

Dieci anni dopo, nel 1861, comparve la Monografia del gen. *Pilobolus* del Coemans (2), corredata da ottime figure, nella quale trovansi sommariamente riportati i risultati delle osservazioni precedenti. In quanto alla parte anatomica, l'A. procede essenzialmente sulle orme del Cohn, di cui è pervenuto a completare alcune osservazioni, massime nella parte che riguarda le reazioni presentate dalla membrana e dal contenuto protoplasmico. In quanto alla parte fisiologica, rettifica l'opinione emessa dal Cohn intorno alla molteplicità delle correnti di granuli protoplasmici nell'interno delle ife sporangiofore, mentre egli, come del resto il Corda ed altri, ne ha osservate una sola. Poscia produce interessanti osservazioni sul lanciamento degli sporangi, nelle quali però attribuisce troppa parte all'azione della luce. Infine, nella parte descrittiva, studia 5 specie di Piloboli, il *P. crystallinus* il *P. oedipus*, il *P. roridus*, il *P. lentigerus* ed il *P. anomalus*. L'ultima specie, l'A. crede debba essere trasferita nel gen. *Ascophora*. Ciascuna delle dette specie è accompagnata da una diligentissima sinonimia, la quale è grandemente utile onde orientarsi nel vero dedalo delle denominazioni che si hanno per ogni specie.

Nel 1872 il Klein pubblicò il suo lavoro (3), che il Grove non esita a dichiarare come « un monumento di paziente e minuta indagine ». Ed infatti in esso l'A. si addentra

---

(1) Cohn F. — Die Entwicklungsgeschichte des Pilobolus crystallinus (Novorum Actorum Acad. Caes. Leop. Car. naturae curiosorum. Tomus XXIII, pars prior — Vratislaviae et Bonnae; 1851); 2 Tab.

(2) Coemans E. — Op. cit.

(3) Klein J. — Op. cit.

in una serie di minutissime ricerche ancora sull' intima tessitura del corpo fruttificante e sulle reazioni chimiche della membrana e del contenuto protoplasmico. Descrive poi il *P. crystallinus* ed il *P. microsporus;* colla prima denominazione egli riunisce il *P. crystallinus* ed il *P. oedipus*, i quali invece devono rimanere ben distinti; inoltre, il suo *P. microsporus* è identico al *P. roridus*. Come anche non possono in alcun modo ammettersi le conclusioni cui perviene il Klein in rapporto alla trasformazione di un Pilobolo in due specie di Mucor. Quasi a compenso di queste erronee vedute, al Klein devonsi le prime osservazioni e figure (Tav. XXIV, Fig. 23) intorno ai cristalloidi di sostanze albuminoidi, così frequenti nelle ife sporangiofore dei Piloboli, come di altre Mucorinee, i quali sono poi stati così estesamente studiati massime dal Van Tieghem..

Anche il Brefeld (1) ha fatto fare un notevole progresso allo studio delle Pilobolee, ed ha scoperto le zigospore nel *P. anomalus*. Col sussidio di bellissime figure si addentra nello studio specialmente dello sviluppo dei Piloboli; ma è a deplorarsi che l' A. sia incorso in una dannosa confusione nei nomi delle specie come lo dimostra la seguente tabella, nella quale a sinistra si hanno i nomi assegnati dal Brefeld, a destra quelli oggi generalmente accettati:

P. crystallinus . . . . . *P. Kleinii* V. Tiegh.

P. oedipus . . . . *P. sphaerosporus* Grove.

P. microsporus . . . . . *P. crystallinus* Tode.

P. roridus . . . . *P. longipes* V. Tiegh.

Il Van Tieghem (2) in una serie di Memorie pubblicate principalmente negli *Annales des Sc. Nat.*, ha allargato notevolmente le nostre cognizioni sulle Pilobolee. Ha rivolto la sua attenzione ai risultati ottenuti nelle culture di queste Mucorinee, ai substrati nutrizi più appropriati per la costituzione dell' apparato vegetante, delle zigospore ed alle condizioni di vita in cui queste si producono. Ha istituito il nuovo genere *Pilaira* col *Pilobolus anomalus* del Cesati, aggiungendovi ancora la *P. nigrescens* V. Tiegh. In quanto al gen. Pilobolus, abbiamo il *P. Kleinii*, il *P. longipes*, il *P. nanus*, tutte del Van Tieghem. Infine egli ha descritte le stilospore del *P. nanus*.

---

(1) Brefeld O. — Op. cit.

(2) Van Tieghem et Le Monnier. — Recherches sur les Mucorinées. Avec 6 Pl. (Ann. d. Sc. Nat.; Botanique: 5e Série, T. XVII; 1873).

Van Tieghem — Nouvelles recherches sur les Mucorinées. Avec 4 Pl. (Ann. des Sc. Nat.; Botanique; 6e Série, T. I; 1875).

Idem — Sur la structure et le mode de dehiscence du sporange des Pilobolées et sur deux espèces nouvelles des Pilobolus (Bull. de la Soc. Bot. de France; 1875).

Idem — Troisième Mémoire sur les Mucorinées Avec 4 Pl. (Ann. d. Sc. Nat.; Botanique; 6e Série, T. IV; 1876).

Idem — Observations au sujets d' un travail de M. Brefeld sur les Mucorinées et en particulier sur les Pilobolus (Bull. de la Soc. Bot. de France; T. 23; 1876).

Dopo le dissertazioni monografiche del Cohn, del Coemans e del Klein abbiamo l'altra del Grove (1) pubblicata nel 1884 nel periodico « *The Midland Naturalist.* In questa l'A. ci porge una diligente esposizione dei caratteri delle forme dei due generi *Pilobolus* e *Pilaira.* In quanto al 1°, il Grove si fonda massime sul P. Kleinii, e studia il micelio, nel quale mette in rilievo l'*apofisi miceliare* che corrisponde alla nostra *trofocisti*; studia ancora l'ifa sporangiofora, il modo di formazione dello sporangio ed i caratteri di questo nella sua fase adulta, nonchè della columella, delle spore, e la proiezione dello sporangio; inoltre considera i fenomeni dell'eliotropismo e la periodicità dell'accrescimento. Rapporto all'altro genere, l'A. lo studia sotto un punto di vista generale stabilendo ancora un parallelismo con forme corrispondenti del primo genere. Ma la parte più importante del lavoro è certamente la sistematica delle Pilobolee, nella quale l'A. descrive le seguenti specie: *Pilobolus oedipus* Mont., *P. exiguus* Bain., *P. crystallinus* Tode e le sue sottospecie *P. eucrystallinus* e *P. Kleinii*, il *P. Kleinii* forma *sphaerospora* Grove, *P. longipes* V. Tiegh., *P. roridus* Pers. e *P. nanus* V. Tiegh.; *Pilaira Cesatii* V. Tiegh., *P. nigrescens* V. Tiegh., e *P. dimidiata* Grove.

Pure importante riguardo alla sistematica è il lavoro del Fischer inserito nella « *Rabenhorst's Kryptogamen-Flora* (2); però, nelle linee generali, l'A. segue la classificazione e la costituzione delle specie già stabilite dal Grove.

Infine, l'ultimo lavoro di interesse generale comparso sulle Pilobolee è quello del Palla (3) pubblicato nel 1900. Anzitutto descrive una nuova specie di Pilobolus, il *P. heterosporus;* poscia passa ad una rivista delle specie dei Piloboli, nella quale dimostra che alcune delle specie già descritte si devono interpretare come gruppi di *piccole* specie più o meno affini fra loro, che si possono riconoscere nelle prolungate culture massime per le differenze che si vanno determinando nei caratteri delle sporangiospore. Tali gruppi di specie sarebbero il *P. crystallinus,* il *P. sphaerosporus* Grove ed il *P. Kleinii* V. Tiegh. L'A. mentre non potè pronunciarsi sulle 3 specie stabilite dallo Spegazzini non avendole potute esaminare, egli studia 8 specie di Piloboli ben costituite e cioè: *P. crystallinus* Palla, *Kleinii* V. Tiegh., *roridus* (Bolt.) V. Tiegh., *longipes* V. Tiegh, *nanus* V. Tiegh., *oedipus* Mont., *sphaerosporus* (Grove) Palla (incl. il P. *exignus* Bain.), e l'*heterosporus* Palla. Infine l'A. considera la sistematica del gen. Pilobolus, nella quale studia principalmente i rapporti filogenetici che si hanno fra le singole specie di Pilobolus.

Chiuderemo questo cenno biliografico, col ricordare che una forma importante di Pilaira fu scoperta dal Cesati (4) nel 1850 a Vercelli, della quale diede una esatta descrizione nell'Erbario micologico del Klotzsch l'anno successivo, sotto il nome di *Pilobolus anomalus.*

Dopo questa introduzione storica passeremo alla esposizione delle nostre osservazioni e

(1) Grove W. B. — Op. cit.
(2) Fischer A. — Op. cit.
(3) Palla E. — Op. cit.
(4) Cesati V. — *Pilobolus anomalus* Ces. (J. Klotzsch: Herbarium vivum mycologicum; 1851).

ricerche sulle Pilobolee, e delle considerazioni che mano mano avremo occasione di istituire, avvertendo fin d'ora che il nostro contributo di osservazioni è principalmente desunto riguardo al gen. *Pilolobus* da una specie che studiai parecchi anni or sono (1) e che il Saccardo colla sua consueta bontà ha voluto a me dedicare (2); ed anche dal *P. Borzianus*, specie che viene quì istituita.

In quanto al gen. *Pilaira*, mi fonderò più specialmente sopra una specie da me studiata circa un anno fa (3), ma che allora non denominai, e che adesso in omaggio all'illustre Micologo Prof. Saccardo, cui mi vincolano cari ed antichi ricordi di affetto e di riconoscenza, propongo venga denominata *Pilaira Saccardiana.*

II.

Nelle Pilobolee riscontransi due generi, bene fra loro distinti: nel gen. *Pilobolus* lo sporangio è repentinamente lanciato mediante brusca lacerazione della parete della vescicola iposporangiale lungo una linea circolare situata immediatamente sotto la zona d'inserzione della columella; mentre nel gen. *Pilaira* il medesimo sporangio è semplicemente sollevato da un accrescimento longitudinale dell'ifa sporangiofora. Nel resto dei caratteri, le specie finora conosciute appartenenti ai detti due generi rivelano fra di loro un notevolissimo grado di consanguineità, come può desumersi ponendo principalmente attenzione ai caratteri degli sporangi ed al modo di deiscenza di questi. Come vedremo meglio in seguito, le Pilaire dimostrano una maggiore affinità colle rimanenti Mucorinee, in confronto alle specie del gen. Pilobolus, massime pel fatto importante della totale o quasi totale mancanza dell'organo che è caratteristico dei Piloboli e cioè della vescicola iposporangiale; quindi, mediante le Pilaire la sottofamiglia delle Pilobolee puossi collegare benissimo colle Mucoree.

Meno alcuni pochi casi, come ad esempio la forma osservata dallo Scopoli, le Pilobolee per solito si sviluppano sugli escrementi specialmente degli erbivori, ma ancora dei carnivori ed anche dell'uomo, quantunque più di rado.

Il presente lavoro, dedicato ancora alla sistematica delle Pilobolee, in quanto alla parte anatomica contiene principalmente la caratteristica morfologica dei Piloboli e delle Pilaire nella loro fase adulta, nonchè qualche dato relativo allo sviluppo dei primi.

(1) F. Morini — Ricerche sopra una nuova Pilobolea (Mem. della R. Acad. delle Scienze dell'Istituto di Bologna, Serie V, Tomo VIII; 1900). Con una Tavola.

(2) P. A. Saccardo — Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum. Vol. XVII, pag. 505.

(3) Ricerche sopra una nuova forma di Pilaira (Rendiconto delle Sessioni della R. Acad. delle Scienze dell'Ist. di Bologna; 1904). Con una Tavola.

CARATTERI MORFOLOGICI DELLE PILOBOLEE NELLA LORO FASE ADULTA

1. Gen. **Pilobolus** Tode.

Le Mucorinee che appartengono al detto genere, allorchè sono bene sviluppate, tosto colpiscono l' osservatore pei loro specialissimi caratteri. Coll' occhio nudo, meglio poi se armato con una piccola lente, scorgonsi tanti punti per solito neri, ognuno dei quali rappresenta lo sporangio maturo, il quale è portato da un' ifa sporangiofora più o meno lunga: ma il carattere in generale meglio appariscente, è dato da un' ampia vescicola globulosa od ovoidale, sottostante agli sporangi e che è la *vescicola iposporangiale*. Jalina e per solito cospicuamente rigonfia e turgida per la grande quantità di acqua che in essa si accumula, detta vescicola trovasi il più delle volte ricoperta da un' essudazione di numerose e minute goccioline d' acqua limpida, che ne rendono ancor più caratteristico l' aspetto.

A tutto ciò aggiungasi un' ifa sporangiofora più o meno sviluppata, grandemente evoluta nel *Pilobolus longipes*, ed in ogni caso notevolmente grossa, per cui le specie di Pilobolus presentano un abito specialissimo, pel quale non è possibile confonderle con qualunque altra Mucorinea.

Micelio. — Il micelio consta di filamenti grossi, ramificati, continui, i quali si dipartono dalla parte immersa nel substrato nutritivo dell' ifa sporangiofora, e si estendono e si allungano irregolarmente tutt' attorno, senza però terminare molto lontano dall' ifa suddetta. Per cui, ciascun individuo, presentasi nella sua regione inferiore circondato da un lasso reticolo di ife miceliali.

Per poco che noi approfondiamo la ricerca sul micelio dei Piloboli, possiamo facilmente riconoscere che questo è in generale bene distinto in due porzioni (*P. crystallinus*, *P. Morinii*, *P. oedipus*). Per una parte, numerose ife scaturiscono da una speciale vescichetta, che abbiamo studiata in un precedente lavoro e denominata *trofocisti*; queste ife si presentano molto più grosse e sono piuttosto brevi e scarsamente ramificate. Per l' altra, abbiamo il micelio propriamente detto, il quale è formato dal suaccennato lasso contesto di ife che tutte si dipartono da un' ifa principale, più grossa delle altre, che appunto è la parte assiale radicante del fungillo, la quale è la continuazione inferiore dell' ifa sporangiofora e più precisamente della trofocisti, in corrispondenza alla cui base essa si ingrossa notevolmente acquistando per solito forma globulosa od ovoidale, dando così origine alla parte basale o stipite della trofocisti, da cui è separata mediante un sepimento trasversale. Detta ifa radicante del fungillo, va mano mano allungandosi, addentrandosi in conseguenza sempre più nel substrato nutrizio; talora il suo incremento longitudinale è così cospicuo, da superare la lunghezza dell' intera ifa sporangiofora, inclusa la trofocisti (es. *P. Morinii*, *P. crystallinus*). Nel caso però di un accrescimento così rilevante della medesima ifa, questa si ramifica molto debolmente e soltanto emette quà e là dei brevi ramuscoli i quali, vicino alla sua porzione terminale, appaiono come semplici papille. In non poche culture, che perduravano da lungo tempo, apparve ben chiaro che tale esube-

rante accrescimento era intimamente collegato a determinate condizioni fisiologiche di nutrizione del substrato (che nelle nostre culture per solito era rappresentato da fimo bovino): infatti nella maggior profondità del substrato il fungillo poteva trovare maggior quantità di acqua e di materiali nutritivi, in quanto che lo strato superficiale del substrato medesimo trovasi già sfruttato dalle antecedenti e ripetute vegetazioni anche di altri fungilli. In ciascun' ifa osservasi un protoplasma denso, lievemente giallognolo, provvisto di finissime granulazioni e di numerosi e piccoli nuclei.

Ifa Sporangiofora. — Nei Piloboli, quest' ifa è manifestamente differenziata in tre cellule, che procedendo dal basso all' alto sono le seguenti: la *trofocisti*; la vescicola iposporangiale; infine lo sporangio. La lunghezza totale dell' ifa sporangiofora oscilla fra due estremi molto lontani: nel *P. longipes* V. Tiegh. può perfino giungere alla dimensione di 7 cm., mentre nel *P. nanus* Mont., la più piccola di tutte le specie e che a differenza del maggior numero delle altre forme, presenta i suoi individui insieme aggregati in piccoli gruppi, l' ifa suddetta giunge appena ad 1 mm. di lunghezza.

La trofocisti che frequentemente è bene sviluppata, è una grande cellula ovoidale, separata, mediante un setto trasverso, superiormente dall' ifa sporangiofora, inferiormente dalla cellula costituente lo stipite della trofocisti; nel suo interno raccogliesi una ricca quantità di sostanza nutritriva, che poi viene utilizzata principalmente per la formazione delle sporangiospore. Come già dissi nel mio precedente lavoro, questa cellula deve considerarsi come l' elemento iniziale nello sviluppo dei Piloboli, nel quale appunto si accumulano quantità notevoli di sostanze nutritive, per cui è molto congrua la denominazione già da me proposta di *trofocisti*.

Il sepimento che separa la trofocisti dalla rimanente parte dell' ifa sporangiofora, per solito press' a poco coincide colla superficie del substrato nutritizio, meno alcune poche forme (il *P. roridus* ed il *P. Oedipus*) nelle quali la trofocisti è maggiormente immersa nel substrato. ed in conseguenza anche la parte inferiore dell' ifa sporangiofora propriamente detta.

La vescicola iposporangiale mostra il più delle volte una forma globulosa, e nel fungillo ben maturo presentasi più spesso pressocchè scolorata. Il suo contenuto è allora dato da acqua in cui sono sospese numerose granulazioni. Ma se si esamina questa vescicola in un periodo alquanto anteriore, cioè prima che il suo contenuto protoplasmico sia stato quasi tutto consumato per la nutrizione delle sporangiospore, nel suo interno osservansi numerosi cristalloidi di proteina (che forse meglio si potrebbero denominare *poliedroidi*), i quali sono piccolissimi, molto nnmerosi e disposti isolatamente od a piccoli gruppi. Tali cristalloidi di *mucorina* si presentano nella forma dell' ottaedro regolare ed anche in quella del cubo, e dimostrano una notevole costanza nelle Pilobolee, come del resto in tante altre Mucorinee. — Mentre il più delle volte la vescicola iposporangiale si costituisce lentamente, pel graduale accumulo del liquido acquoso nel suo interno, nel *Pilobolus roridus* la parte dell' ifa porangiofora immediatamente sottostante allo sporangio, allargasi e rigonfiasi repentinamente nella vescicola anzidetta; anzi, questa particolarità è uno dei caratteri differenziali di questa specie.

La vescicola iposporangiale termina in una ampia columella il più delle volte ottusamente conica, talora cilindriforme o più o meno globulosa od appiattita; ed il contorno basale di questa in generale corrisponde esattamente all' inserzione dello sporangio. Un' importante eccezione è data dal *Pilobolus nanus*, nel quale la vescicola iposporangiale sotto lo sporangio restringesi in una piccola *apofisi*; quindi in tal caso il setto trasverso si costituisce dentro e nella parte inferiore del rigonfiamento globuloso, che poi si organizzerà nello sporangio.

La membrana dell' ifa sporangiofora frequentemente (massime nei primordi dello sviluppo) presenta la reazione della cellulosa, specialmente nella vescicola iposporangiale; nella trofocisti tale reazione per solito non è bene manifesta, assumendo la membrana di quest' organo una colorazione azzurro molto pallida col cloruro di zinco iodato.

Gli sporangi in generale mostransi neri, oppure di un nero violetto o di un nero bruno quando maturi, e non è che nel *P. nanus* in cui notansi colorati in un giallognolo. La loro forma più comune è la globulosa, però il più delle volte più o meno compressa dall' alto al basso, appianata inferiormente e più o meno convessa superiormente. Gli sporangi più voluminosi sono quelli del *P. Oedipus*, il cui diametro trasverso varia da mm. 0, 36 — 0, 60; e quello verticale da mm. 0, 2 a 0, 25, ed anche quelli del *P. crystallinus*, dove sono larghi da mm. 0, 3 — 0, 45. Gli sporangi più piccoli si hanno specialmente nel *P. roridus*; anzi, in questa specie gli sporangi appariscono come minutissimi punti neri sulla vescicola iposporangiale.

La membrana degli sporangi è incrostata da minutissimi cristalli di ossalato di calcio; è fortemente cutinizzata, ed il considerevole grado di annerimento di essa è dovuto alla costituzione nella membrana di numerose e tenuissime granulazioni nere; la cutinizzazione e l' annerimento estendonsi per solito anche per un angusto ed irregolare tratto della membrana della vescicola iposporangiale sottostante all' inserzione dello sporangio.

Le spore sono ovoidali od ellittiche nel *P. crystallinus*, *P. Kleinii*, *P. roridus*, sono invece globulose nel *P. Morinii*, nel *P. sphaerosporus*, nel *P. Oedipus* e nel *P. nanus*. La loro colorazione è giallo pallida o ranciata, in causa appunto del medesimo colorito del protoplasma; non di rado però sono incolore. La loro membrana ora è scolorata come ad es. nel *P. roridus* e nel *P. Kleinii*, ora è nero-bluastra come nel *P. longipes*; nel *P. Oedipus* la membrana è molto grossa e presentasi differenziata in due stratificazioni, inoltre in questa specie le spore presentano la singolare caratteristica di presentare dimensioni diverse. Invece nel *P. heterosporus* le sporangiospore dello stesso sporangio mostrano parte una forma ellissoide, parte forma esattamente globosa.

Nella vescicola iposporangiale si stabilisce un rilevantissimo grado di tensione, così abbondante è il liquido contenuto nel suo interno e che continuamente vi affluisce. Una tale tensione vince finalmente la resistenza opposta dalla membrana, per cui in questa ha luogo un' improvvisa e brusca lacerazione, subito sotto il contorno che divide la columella dalla vescicola iposporangiale; quella distaccasi più spesso insieme allo sporangio, pur rimanendo inclusa in questo. La vescicola in tal modo scoppia e lo sporangio viene così proiettato a distanze talora molto notevoli, per solito di parecchi cm.; molto di più

nelle specie grandi di Pilobolus (es. *P. longipes*). La membrana della columella conservasi in generale trasparente per cui, rovesciato uno sporangio già distaccato, appare per solito un' areola circolare di color giallognolo, nelle specie provviste di spore di tal colore, causa a massa delle spore in esso contenuta, la cui disseminazione ha luogo più frequentemente mediante liquefazione della membrana della columella. Il diametro longitudinale delle spore varia da μ 3,5, a 25; le più voluminose sono quelle del *P. Borzianus* ed *heterosporus*; le più piccole quelle del *P. nanus.*

Zigospore. — Le zigospore si formano secondo il tipo generale campilotropo. Le zigospore sono state osservate nel *P. crystallinus* e nel *P. Borzianum* come vedrassi più sotto. Nel *P. nanus* il Van Tieghem ha descritto delle spore quiescenti (Stilospore) le quali molto probabilmente sono semplicemente delle azigospore.

Termineremo questo nostro breve studio generale sui Piloboli coll' accennare brevemente ad una interessante forma di questi fungilli osservata su fimo bovino nello scorso autunno. Come può desumersi dalla figura 3., della qui annessa tavola, la quale mostra una zigospora che ha germinato un' ifa sporangiofora, abbiamo la differenziazione nelle tre regioni: trofocisti, stipite colla vescicola iposporangiale e sporangio. Nella medesima figura notasi anzitutto che l' ifa sporangiofora è indivisa, il che certamente sarà in rapporto colla non abbondante quantità di materiale nutritizio contenuto nella zigospora; poscia rilevasi la mancanza delle ife austoriali ramificatesi dalla trofocisti: questa depauperazione, in altri termini la soppressione di dette ife, senza dubbio è in relazione col detto modo di origine delle ife sporangiofore.

Invece, nelle forme sviluppatesi liberamente dal micelio quà e là sul fimo bovino, si nota una spiccatissima tendenza alla ramificazione della porzione terminale della trofocisti, per cui questa non si allunga già semplicemente in un' unica ifa sporangiofora, ma essa presenta per solito due (fig. 4), più di rado tre centri di accrescimento, dando in tal modo origine a due od a tre ife sporangiofore normalmente costituite. Questa tendenza alla ramificazione permane ancora quando la trofocisti sviluppa una sola ifa fruttifera; infatti in tal caso dalla parte inferiore di questa si costituisce un ramo, che poi si organizzerà nell' ifa sporangiofora (fig. 5).

Ciò premesso, le ife sporangiofore sono lunghe da mm. 2,4 a mm. 5; quelle sviluppate dalle zigospore sono molto più corte e misurano da mm. 0,4 a mm. 0,8 in lunghezza. La trofocisti è ovoide, ricoperta da numerose ife assorbenti per solito ramificate e poggia sopra una specie di cellula basale napiforme, da cui è separata mediante un setto trasverso, la quale è semplicemente data dall' allargamento della porzione superiore o terminale dell' ifa principale del micelio; quest' ultima in alto si trova nel medesimo asse longitudinale dell' ifa sporangiofora. Nelle prime fasi di sviluppo, tanto nella trofocisti che nella rimanente parte dell' ifa sporangiofora si osserva un protoplasma riccamente albuminoide e mescolato a notevole quantità di sostanza oleosa; in alcuni punti il protoplasma presentasi più denso, in modo da formare tante specie di cumuli granulosi a contorno molto irregolare, il cui colorito è di un giallo-ranciato maggiormente intenso che nella rimanente sostanza protoplasmica. — I soliti cristalloidi di mucorina si riscontrano

diffusi nelle diverse regioni dell' ifa sporangiofora (fig. 10). Con appropriati reagenti e determinati metodi di colorazione si perviene a mettere in rilievo nelle giovani ife sporangiofore numerosissimi piccoli nuclei i quali appaiono come circondati ognuno da un' areola incolora, e sono contenuti nelle maglie protoplasmiche, (fig. 8).

La vescicola iposporangiale è globulosa o brevemente ovoidale; ed allorchè è bene sviluppata, è pressochè incolora e completamente ialina; il suo diam. longit. varia da mm. 0,2 a 0,36. La columella è emiglobosa o brevemente conica, e l' apofisi è del tutto mancante; la sua membrana è totalmente scolorata, come nella rimanente parte dell' ifa sporangiofora.

Gli sporangi sono globulosi, notevolmente schiacciati dall' alto al basso, la loro membrana è di un nero-bluastro intenso e tutta incrostata da corti aghi finissimi di ossalato di calcio; il loro diam. trasverso varia da mm. 0,16 a 0,25. Le spore sono colorate in un giallo intenso, hanno figura più o meno regolarmente globosa, ed ognuna di esse, immerso in un protoplasma spiccatamente alveolare ed in posizione eccentrica, contiene un piccolo nucleo ovoidale od ellittico (fig. 6 e 7), che appare finamente granuloso. La conformazione alveolata del protoplasma delle spore, rendesi più evidente allorchè queste hanno cominciato a germinare (fig. 7): la loro dimensione oscilla da μ 16 a 23, quindi queste spore devono considerarsi fra le più voluminose che si riscontrano nei Piloboli.

Ma nello studio di questa specie uno dei fatti più importanti è senza dubbio l' osservazione delle zigospore.

Nelle culture che perduravano da parecchi mesi ed a poca profondità del substrato, poteronsi osservare in piccolo numero minute granulazioni nere, globulose, bene visibili ad occhio nudo, il cui diam. trasverso era in media di circa mm. 0,18; si mostrano alquanto appiattite ai due lati, cioè nel punto d' inserzione dei resti delle due ife miceliali la cui porzione terminale organizzossi nei due gameti. La loro membrana completamente liscia, è differenziata in un episporio fortemente cutinizzato.

Quantunque, stante la scarsità del materiale di studio e le grandissime difficoltà di preparazione e di ricerca che offre un tal genere di studi, lo sviluppo di queste zigospore potesse essere seguito solo in qualche parte, tuttavia potemmo mettere in chiaro alcuni fatti non privi di molto interesse per l' embriogenia della Mucorinea in esame (1).

Anzitutto, come in tutte le Pilobolee, il tipo di fecondazione è quello campilotropo, però nella nostra specie già si ha un accenno alla torsione spirale dei due sospensori, come può qui alquanto desumersi anche dalla fig. 9ª. Inoltre, ciascuno dei due gameti rappresenta una cellula polinucleata; infatti immersi nel protoplasma si riscontrano numerosissimi piccoli nuclei, benissimo posti in evidenza mediante colorazione coll' ematossilina di Böhmer addizionata di acido acetico, o col picrocarmino di Weigert; questi nuclei mostrano un' identica costituzione di quelli delle ife sporangiofore (fig. 8).

Le nostre osservazioni si limitano alla fase dello sviluppo delle zigospore che precede

---

(1) Ritornerò fra breve dettagliatamente su questi importanti fenomeni, avendo potuto ultimamente intraprendere nuove osservazioni che meritano di essere adeguatamente studiate.

la cutinizzazione della membrana di queste, per cui la loro parete presentasi ancora sottile ed abbastanza trasparente.

Compiutasi la differenziazione e l' incontro dei due gameti, il sepimento mediano si riassorbe completamente ed i due corpi protoplasmici si trovano così a contatto e nel loro interno presentano, come del resto anche prima nei due gameti, un numero piuttosto rilevante di piccoli cumuli più o meno regolarmente globulosi di cristalloidi di mucorina; importante sostanza questa di riserva, che poi viene più tardi utilizzata durante l' ulteriore sviluppo dell' embrione nelle prime fasi dei prodotti germinativi delle zigospore.

Adunque, anche avvenuto il riassorbimento del setto intermedio, il corpo protoplasmico dell' un gamete mantiensi indipendente dall' altro e non dimostra alcuna modificazione nella sua intima struttura. Ma quest' ultima contingenza perdura ben poco, perchè già quasi simultaneamente a tale scomparsa del setto, ciascun corpo protoplasmico diviene sede di importanti modificazioni interne: anzitutto si condensa distaccandosi in gran parte della membrana della giovane zigospora, e tende ad assumere forma globulosa, mentre molti dei nuclei in esso contenuti, subiscono una completa disorganizzazione, per cui la loro sostanza diffondesi nell' ambiente protoplasma; non solo, ma numerose goccioline oleose di dimensioni diverse e colorate in un giallo ranciato, compaiono nella sostanza fondamentale protoplasmica.

Le nostre osservazioni si arrestano alla constatazione della formazione nella giovane zigospora di questi due corpi protoplasmici semplicemente avvolti dall' ectoplasma, ma ancora distinti fra loro. Ma quantunque le nostre ricerche siano ora pur troppo circoscritte solo alle primissime fasi evolutive della zigospora, pure tenendo conto anche degli interessanti risultati cui sono pervenuti il Dangeard ed il Léger (1), ma più specialmente il Léger nella *Sporodinia grandis* (2), possiamo in un modo razionale dare un' interpretazione fisiologica agl' interessanti fenomeni citologici (finora pochissimo conosciuti) così complessi che hanno luogo nella zigospora delle Mucorinee durante le sue diverse fasi di sviluppo. Senza ora entrare nello studio critico di parecchie delle osservazioni del Léger intorno alla detta Mucorinea, e specialmente poi di alcuni fenomeni sui quali egli insiste, massime in ordine alla costituzione delle così dette *sfere embriogene*, che poi si trasformerebbero nelle *sfere embrionali*, fenomeni che hanno veramente bisogno di essere confermati da nuove osservazioni e ricerche, evidentemente noi ci troviamo di fronte ad un vero e proprio fenomeno di *rinnovamento* cellulare. Senza dubbio alcuno il corpo protoplasmico di ciascun gamete in certa guisa ringiovanisce, si condensa e si raccoglie in una cellula avente un minor volume; ecco la fase preparatoria (insieme all' incontro dei due gameti ed al riassorbimento del setto che questi separa) alla vera coniugazione, al vero atto sessuale, che poscia dopo un tempo più o meno lungo di riposo deve neces-

(1) P. A. Dangeard et M. Léger. — La reproduction sexuelle des Mucorinées (Comptes Rendu de l'Acad. d. Sc.; 5 mars 1894).

(2) M. Léger. — Structure et développement de la zygospore du *Sporodinia grandis* (Revue générale de Botanique dirigée par G. Bonnier, T. VII, Paris 1895). Con 4 Tav.

sariamente compiersi (come ha potuto vedere il Léger) mediante la fusione e la reciproca intima compenetrazione dei due corpi protoplasmici così rinnovati. Avvenuta questa fusione, la quale coincide coll' ultima fase di sviluppo della zigospora, e solamente allora, questa trovasi già completameute evoluta e matura, ed acquista in se stessa la potenzialità di germinare il nuovo fungillo, perchè essa così contiene l'*embrione* normalmente costituito. Questi interessanti fenomeni citologici in qualche parte ricordano quelli osservati dal Trow nella fecondazione della *Saprolegnia dioica* (1).

Nelle due sole volte in cui potei osservare la germinazione delle zigospore ora studiate, questa ebbe luogo colla diretta formazione di un' ifa sporangiofora.

Questa specie è dedicata al mio illustre amico il Prof. Antonino Borzì, a cui mi unisce un' antica e fraterna amicizia ed una imperitura gratitudine.

2. Gen. **Pilaira** Van Tiegh.

Le conoscenze che si posseggono intorno alle interessanti forme attualmenie ascritte al gen. *Pilaira*, sono relativamente recenti. La descrizione che dà il Link del suo *Mucor fimetarius* dimostra indubbiamente che, in ordine massime ai caratteri degli sporangi, egli aveva sott' occhio la forma ora denominata *Pilaira anomala* Schröter (*Pilaira Cesatii* Van Tiegh.) (2). Ma fu solo nel 1851 in cui il Barone Cesati diede una descrizione mirabilmente esatta della forma precedentemente accennata, che egli denominò *Pilobolus anomalus*, e dove principalmente riconobbe gli essenziali caratteri differenziali degli sporangi insieme ad alcuni altri fatti che nuovamente dimostrano la sagacia del suo spirito d' osservazione. Poscia, comparvero i lavori massime del Coemans, Brefeld ed in particolare del Van Tieghem, che hanno notevolmente ampliate le nostre conoscenze sulle Pilaire.

Il micelio presentasi bene sviluppato e consta di ife che si ramificano ripetutamente e sono provviste di un contenuto scolorato. Le ife sporangiofore nascono isolate dal micelio ed eccetiuata la *P. Saccardiana*, dove si ramificano, si presentano semplici ed indivise; possono raggiungere notevole lunghezza e nella *P. anomala* fino a parecchi cm. In questa specie dette ife, prima del loro completo allungamento, mostransi rigidamente erette sul loro substrato, ma ben presto perdono l' elevato grado di turgore ad esse caratteristico, finchè a poco a poco diventano flacide, e lentamente si ripiegano sul substrato, dove insieme formano una specie di lasso cespuglio incoloro e lanoso, sul quale spiccano, come tanti punti neri, gli sporangi.

Come s' è detto più sopra, manca la vescicola iposporangiale: fa una eccezione la *P. dimidiata* le cui ife sporangiofore sotto gli sporangi si rigonfiano in una tenue vescichetta. Anche la trofocisti non si costituisce, però nella *P. Saccardiana* formasi una tro-

(1) Trow. — The Kariology of Saprolegnia (Ann. of Bot., t. IX, 1895). Con 2 Tav.

(2) Rabenhorst' s Kryptogamen Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz — I. Band, IV Abth, 48 Lief. pag. 256. — Leipzig, 1892.

focisti rudimentale. Gli sporangi hanno forma globulosa o più o meno appiattita e la membrana loro presentasi diffluente in un'angusta zona inferiore, per cui nelle Pilaire lo sporangio mediante quest'annello di sostanza gelatinosa, distaccasi dalla columella, che è incolora nella *P. anomala*, nero violacea nella *P. nigrescens* e violetta nella *P. Saccardiana*, contrariamente a quanto in generale verificasi nei Piloboli. Nell'interno degli sporangi formasi un'apofisi più o meno sviluppata. Numerosi cristalloidi di mucorina in forma di ottaedri ed anche di tavolette rettangolari si riscontrano immersi nel protoplasma delle ife sporangiofore (*P. Saccardiana*) Nella rimanente parte, la membrana degli sporangi è nera e cutinizzata. Le spore oscillano fra la forma globulosa, ovata ed ellittica ed il loro diametro maggiore varia da μ 5 a 14.

Come nei Piloboli, le zigospore si formano secondo il tipo campilotropo; i due gameti hanno una spiccata inclinazione a contorcersi a spirale (*P. anomala*). Per solito, nella germinazione le zigospore sviluppano direttamente una breve ifa sporangiofora.

III.

SISTEMATICA DELLE PILOBOLEE

I.

Ed ora procediamo all'ultima parte del lavoro, cioè alla sistematica delle Pilobolee nella quale, in ordine alle singole specie, terremo conto solamente degli essenziali caratteri differenziali.

Gen. **Pilobolus** Tode (Beschreibung des Hutwerfer, *Pilobolus*, eines neuen sonderbaren Schwammgeschlect (Schriften d. Naturf. Berliner Gesell., V, T. I; 1784).

A

Piloboli atrosporangiati e privi di apofisi.

1. ***Pilolobus crystallinus*** (Viggers) Tode (l. c. pag. 96).

Hyphis sporangiferis ex trophocisti ovoidali efformatis plus minus oblonga, mm. 5-12 longis. Vescicula subsporangiali ovata, vel ovato-ellyptica, mm. 0,6-0,82 lata, circiter mm. 1 longa.

Sporangiis convexis ad superficiem liberam, aequatis respectu ad vesciculam substantem; diam. plus minus mm. 0,35-0,45. Sporis incoloribus, vel subflavis, ellypticis, longis μ 5-10

Zygosporis globosis, membrana crassa, atro-flava, papillis tenuib. praedita; diam. circiter $1/3$ mm.

2. ***P. longipes*** V. Tiegh. (Troisième Mém. sur les Mucorinées. — Ann. des Sc. Nat.; Bot., 6ᵉ Série, T. IV; 1876).

Hyphis sporangiferis 2-3 cm. longis, et interdum 6-7 cm. altis. Vescicula subsporangiali globosa, breviter ovoidali, circiter 1 mm. larga.

Sporangiis globosis, nigris, circiter $^1/_2$ mm. latis, columella longe conica cum membrana atro-subcaerulea. Sporis globosis vel ovoidalibus, cum membrana ejusdem coloris ac columella; diam. longit. μ 12-15.

3. ***P. roridus*** (Bolt.) Pers. (Synopsis methodica fungorum ecc. — Gottingae, 1801; I).

Hyphis sporangiferis circiter 1-2 cm. longis. Vescicula subsporangiali fere globosa circiter 0,7 mm. longa, plurimis guttulis aquae tecta.

Sporangiis valde parvis, diam. circiter 0,2 mm. Columella cum membrana atro-caerulea. Sporis ellypticis incoloribus μ 6-8 longis.

4. ***P. Kleinii*** V. Tiegh. (Troisième Mém. sur les Mucorinées, ecc.).

Hyphis sporangiferis 2-5 mm. longis, singulis ex trophocisti napiformi efformatis. Vescicula subsporangiali ovoidali vel ellyptica, diam. longit. 0,45-0,8 mm.

Sporangiis nigris, pileatis, columella praeditis cum membrana atrobrunea, inferne large conica, superne coarctata fere in papillam rostriformem. Sporis ellypsoidalibus, vel cylindriformibus; cum membrana incolori et glabra, μ 11-20 longis.

5. ***P. oedipus*** Mont. (Montagne C. — Mém. sur le genre Pilobolus et sur une nouvelle espèce. — Bull. de la Soc. Linn. de Lyon; 1828).

Hyphis sporangiferis singulis efformatis ex trophocisti eminente aliquantum ex substrato cum parte superiori, ita valde inter se coniunctis ut efficiant parvos caespites, circiter 2-5 mm. longis. Vescicula subsporangiali ovoidali; diam. longit. 0,52-0,84 mm.

Sporangiis paulo minus crassis vescicula praecedenti, fere hemiglobosis cum membrana nigra. Columella conica vel cylindriformi et interdum ita longa ut suo apice fere attingat partem superiorem membranae sporangialis, circiter in medio laeviter coarctata. Sporis globulosis, cum membrana valde crassa, in duo strata distincta; diam. 9-16 μ.

6. ***P. sphaerosporus*** (Grove) Palla — Zur Kenntnis der Pilobolus-Arten. (Oesterr. Bot. Zeitschrift, 1900; N. 10 ed 11).

Pilobulo Kleinii affinis, sed differt ob minorem magnitudinem in apparatu vegetante. Sporis facillime in aqua se effundentibus, globosis, diam. 10-20 μ, cum membrana valde tenui et ex unico strato constante.

7. ***P. heterosporus*** Palla (l. c.)

Hyphis sporangiferis 2-3 mm. altis, trophocisti ellypsoidali, raro globulosa, 0,3-0,4 mm. longa. Vescicula subsporangiali ovata vel ellyptica 0,5-0,6 mm. longa, cum membrana in insertione columellae repente brevi tractu ita subtili ut angustam zonam annularem efformet. Columella plus minus profunde coarctata in medio, et in parte terminali subrotunda.

Sporis flavis, vel rubro-aurantiacis, in eodem sporangio variam formam et dimen-

sionem habentibus, saepius subrotundis, ellypticis, cum tenui membrana: diam. longiti 8-20 μ; 25 μ ad summum.

8. ***P. Morinii*** Sacc. (Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum; Vol. XVI; Supplementum universale; 1905, pag. 505).

Hyphis sporangiferis solitariis, longis 0,6-0,8 mm.; singulae evolvuntur ex trophocisti ovoidali, superne angustata et gradatim se attenuantes in hypha sporangifera. Vescicula hyposporangiali globosa, vel ovoidali, fere incolori cum matura est.

Sporangiis nigris, globulosis, aliquantum depressis a superiore in inferiorem partem versus; diam. transv. 0,13-0,2 mm. circiter. Columella obtuse conica, incolori et in apice subrotunda. Sporis flavo-aurantiacis; diam. μ 4-6 $^1/_2$.

9. ***P. Borzianus***

Hyphis sporangiferis binis vel rarius ternis nascentibus ex unica trophocisti, 2,4-5 mm. longis. Trophocisti ovoidali non multum evoluta. Vescicula hyposporangifera globulosa vel breviter ovoidali, fere incolori et omnino hyalina; diam. longit. mm. 0,2-0,36.

Sporangiis globosis, valde depressis a superiore in inferiorem partem versus, atro-caeruleis intense; diam. transv. mm. 0,16-0,25. Columella hemiglobosa, vel breviter conica; apophysis deest. Sporis intense flavis, sphaeroideis, diam. μ 16-23.

Zygosporis nigris, globosis, cum membrana valde crassa et glabra; diam. circiter mm. 0,18.

10. ***P. argentinus*** Speg. (Fungi Argentini, pugillus primus pag. 176. — Anal. de la Sociedad cientif. Argent.; IV, T. IX).

Hyphis sporangiferis immersis hinc inde dense gregariis, 5-6 mm. altis, primo cylindraceo-clavatis, dein filiformibus, apice ellyptico-ventricosis, minute roridis, basi bulbosisi totis lutescentibus; sporangiis globosis, 100-125 μ diam., superne atro-olivaceis, inferne viridi-lutescentibus; sporis sphaeroideis, 12-15 μ diam. crassiuscule tunicatis, protoplasmate, granuloso, flavo-virescente repletis (1).

11. ***P. roseus*** Speg. (Fungi Argentini, pugillus primus, pag. 175. — Anal. de la Sociedad cientif. Argent.; IV, T. IX).

Hyphis sporangiferis dense gregariis, 2,08-4,5 mm. altis, primo clavatis, roseo-aurantiacis, apice rotundato truncatis, dein basi filiformibus, vertice ellyptico vel sphaeroideo-ventricosis, perpulchre hyalino-roseis, roridis; sporangiis hemisphaericis, 300-400 μ diam., atris; sporis ellypticis, obtuse rotundatis, 12-16 = 7-8 μ, roseo hyalinis.

(1) In quanto ai caratteri di questa specie e delle altre due seguenti specie Argentine, mi sono riferito al lavoro dei Prof. A. N. Berlese e G. B. De Toni: *Phycomyceteae* (P. A. Saccardo — Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum. Vol. VII, pag. 186, 187).

12. ***P. minutus*** Speg. (Fungi argentini, pugillus primus, pag. 176. — Anal. de la Sociedad cientif. Argent.; IV, T. IX).

Hyphis sporangiferis superficialibus, laxe gregariis, 2-5 mm. altis, primo filiformi-clavatis dein apice ellyptico-ventricosis, semper hyalinis, basi filiformi plus vel minus elongata, minutissime rorida; sporagiis lenticularibus, 125-145 μ diam., atris; sporis ellypticis vel sphaeroideo-hyalinis, 7-8 μ, subchlorinis.

B

Piloboli xantosporangiati e provvisti di apofisi.

13. ***P. nanus*** V. Tiegh. (Troisième Mem. sur les Mucorinées ecc.).

Hyphis sporangiferis erectis, brevibus nec altioribus 1 mm. simul connexis a binis ad quinos, et singulis praeditis trophocisti. Vescicula hyposporangifera praedita brevi apophisi.

Sporangiis globulosis crassis circiter ut vescicula praedicta, cum membrana cuticularizzata, flava. Sporis globulosis, incoloribus, diam. μ 3,5-4.

Inveniuntur Azygosporae.

II.

Gen. **Pilaira** Van Tieg. (Nouv. recherches sur les Mucorinées. — Ann. d. Sc. nat., 6 Série, T. I, 1875).

1. ***P. anomala*** (Ces.) Schröt. (Die Pilze Schlesiens. — Kryptog. - Flora von Schlesien; Bd. III; pag. 211; 1889).

Hyphis sporangiferis incoloribus, primum erectis et altis 1-2 cm.; deinde dum ulterius succrescunt ad circiter 9-12 cm. et interdum ad 20 cm. longitudinis, se inflectunt in substrato nutritio.

Sporangiis nigris quum ad perfectam maturitatem pervenerunt, globulosis, diam. mm. 0,12-0,25. Columella incolori, hemiglobosa aliquantum depressa. Sporis ovoidalibus, incoloribus, longis μ 8-12.

Zygosporis globulosis et ovalibus, cum episporio praedito parvis et numerosis papillis, diam. circiter μ 115.

2. ***P. nigrescens*** V. Tieg. (Nouv. recherches sur les Mucorinèes, ecc.).

Hyphis sporangiferis aliquantum brevioribus et subtilioribus quam in specie praecedenti. Sporangiis item paulo minoribus et praeditis columella nigro-violacea, vel subcaerulea, hemiglobosa et desinente in papillam coniformem. Sporis incoloribus et globosis; diam. 5-6 μ

3. ***P. dimidiata*** Grove (On the Pilobolidae, ecc. — The Midland Naturalist; 1884; N. 84; pag. 338).

Hyphis sporangiferis etiam tenuioribus, nec longioribus, dum sunt erectae, mm. $\frac{1}{2}$ ad 1 longis; deinde se inflectunt in substratum et fiunt longae ad 3 vel 4 mm.

Sporangiis primum flavis, deinde nigris, hemiglobosis, latis mm. 0,1 ad 0,14; immediate sub ipsis hypha sporangifera inflatur in quasi vesciculam hyposporangialem apophisiformem. Sporis ellypsoidalibus, fere incoloribus, diam. μ 12-14.

4. ***P. Saccardiana***

Hyphis sporangiferis raro emergentibus ex trophocisti rudimentali, quae plerumque deest; sunt exiles et ita ramificatae ut efformant unum vel ad summum duos ramos.

Sporangiis subnigris, globulosis, laeviter depressis a superiore in inferiorem partem; diam. transv. μ 90-130. Zona inferior non cutinizzata a membrana sporangiali efficit latum annulum, per cuius gelatinificationem disseminatio sporarum postea efficietur. Columella breviter conica intense violacea. Sporis ovoidalibus, hyalinis, cum membrana glabra, pallido-violacea; longis μ 7-10 (1).

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1.ª — Un individuo completo e maturo di *Pilobolus Morinii* Sacc.

Dalla trofocisti hanno germogliato parecchie ife adempienti alla duplice funzione dell' assorbimento delle sostanze nutritive e della fissazione del fungillo al substrato; inferiormente ad essa notasi lo stipite, il quale continuasi inferiormente nelle ife miceliali. — × 90.

Fig. 2.ª — Porzione superiore di un individuo della medesima specie non ancora completamente sviluppato e visto in sezione longitudinale ottica. — × 170.

Nello sporangio notansi le spore e la columella; la linea punteggiata indica il contorno d' inserzione dello sporangio sulla vescicola sottostante. Nella vescicola iposporangiale sono inclusi cristalloidi di mucorina.

P. Borzianus

Fig. 3.ª — Formazione dalla zigospora di una ifa sporangiofora, provvista di vescicola iposporangiale, ma pressochè mancante di trofocisti. — × 120.

Fig. 4.ª — Ifa sporangiofora ramificata in corrispondenza del rigonfiamento inferiore o trofocisti. I due rami prodottisi hanno press' a poco gli stessi caratteri morfologici.

(1) Vedi in proposito il mio citato lavoro intorno ad una nuova forma di Pilaira.

Fig. 5.ª — Primordio dello sviluppo di un ramo dall' ifa sporangiofora.

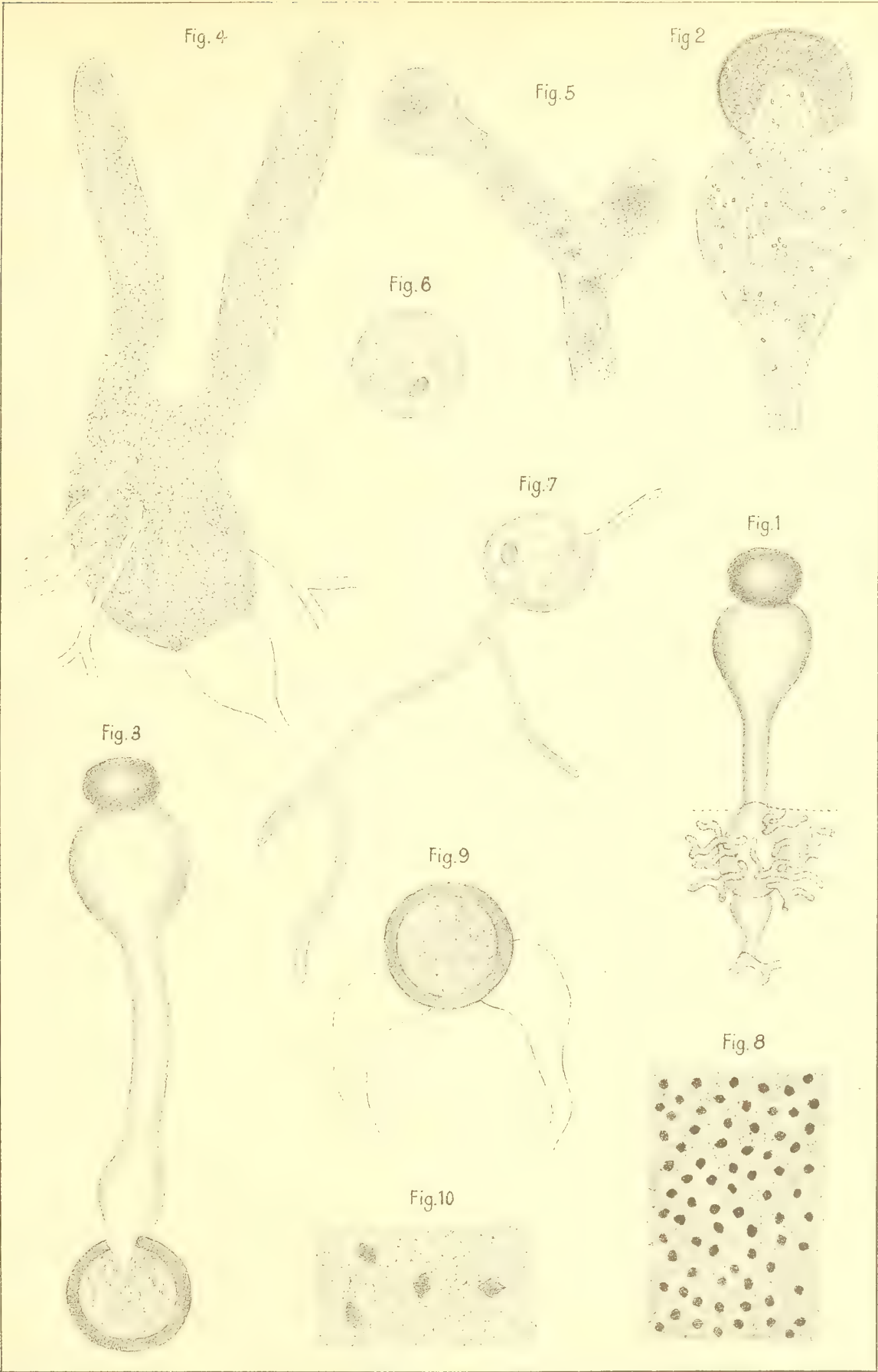
Fig. 6.ª — Una spora matura con protoplasma e nucleo.

Fig. 7.ª — Una spora nella fase della germinazione. Uno dei tubetti germinativi mostrasi ramificato.

Fig. 8.ª — Porzione del protoplasma di una giovane ifa sporangiofora con numerosi nuclei.

Fig. 9.ª — Una zigospora; rami sessuali disposti a tanaglia e già privi di contenuto protoplasmico. — × 120.

Fig. 10.ª — Porzione del protoplasma di un' ifa sporangiofora con alcuni cristalloidi di mucorina. — × 490.

F. Morini dis. *E. Contoli lit.* *Bologna - Stab. Lit. e Fototipia F.° Casanova e Figlio*

Sulla maniera di gestazione e sugli annessi embrionali del *Gongylus ocellatus* Forsk. (*)

MEMORIA

DEL

PROF. ERCOLE GIACOMINI

(letta nella Sessione del 6 Maggio 1906)

(CON 2 TAVOLE DOPPIE E 4 FIGURE INTERCALATE NEL TESTO)

Gli annessi embrionali del *Gongylus ocellatus* Forsk., scincide viviparo, furono già esaminati, pochi anni fa, da Legge (1) e da Mingazzini (2), che ne descrissero il loro comportamento nelle linee generali.

Istituendo su di essi nuove ricerche coll' intento di raccogliere dati che mi servissero per uno studio comparativo sulle disposizioni degli involucri fetali dei Rettili e segnatamente dei vivipari, ebbi modo di rilevare particolarità non ancora illustrate dagli autori che mi precedettero in queste indagini.

Tralascio di riferire sulla durata della gravidanza, sulle dimensioni delle uova e sul numero che può esserne accolto in ambedue gli ovidutti, come nulla dirò nè circa all' aspetto delle femmine gestanti nè intorno al loro parto, trovandosi tutte queste notizie già ampiamente registrate nei lavori di Legge, di Mingazzini e anche, in parte, di N. Federici (3). Mi dispenso pure dal riportare, a guisa di cenni storici, ciò che relativamente al contegno degli annessi embrionali del *Gongylus ocellatus* venne dai predetti autori osservato,

---

(*) Un breve sunto della presente memoria fu pubblicato col titolo « sugli annessi embrionali del *Gongylus ocellatus* » nel *Rendiconto delle sessioni* di questa Accademia, *Anno 1905-1906*.

(1) Legge F. Sulla disposizione degli annessi fetali nel Gongylus ocellatus Forsk. *Bull. della R. Acc. Med. di Roma. Anno XXII, Roma 1897*.

— Ulteriori osservazioni sulla disposizione degli annessi fetali nel Gongylus ocellatus. *Monit. Zool. Ital. Anno X. Supplemento, Firenze 1899*.

(2) Mingazzini P. Ricerche sullo sviluppo del Gongylus ocellatus Forsk. *Boll. dell'Acc. Gioenia di Sc. Nat. in Catania. Fasc. LIII-LIV, Maggio-Giugno 1898*.

(3) Federici N. Sull' apparecchio genito-urinario del Gongylus ocellatus. *Boll. della Soc. dei Naturalisti in Napoli, Ser. I, Vol. X, Anno X, 1896*.

sembrandomi sufficienti gli opportuni richiami che dovrò farne nel corso della mia esposizione.

* * *

Per quanto riguarda la tecnica seguìta nelle presenti ricerche, rammenterò che esaminai numerose uova a varî gradi di sviluppo, sia dissecandole a fresco in soluzione fisiologica di cloruro di sodio, sia dopo averle fissate insieme all' ovidutto che le conteneva.

Adoperai diversi agenti fissatori e principalmente il sublimato acetico, il liquido di Gilson, la miscela di Zenker, il liquido di Tellyesniczky, la soluzione di bicromato di potassio mista a formalina (bicromato di potassio 4 % parti 100, formalina parti 10), il liquido di Müller ed infine i liquidi osmici di Flemming e di Hermann. Di molte uova così fissate eseguii dissezioni in alcool giungendo a separare la parete delle camere incubatrici e le membrane fetali in uno stato di completa distensione, assai adatto per esaminarne larghi lembi in superficie. Infatti con un' incisione longitudinale (equatoriale rispetto all' uovo) condotta in maniera da dividere la camera incubatrice nelle due metà, superiore e inferiore, si riesce a separare da una parte l' uovo dall' altra la parete dell' ovidutto che l' involge ed è poi facile isolare nell' uovo stesso il corion, la lamina interna dell' allantoide, la parete del sacco vitellino e il lecitoderma che di questo ricopre la faccia distale. Delle membrane con tal metodo liberate allestii preparati che tinsi con svariate sostanze coloranti (carminio alluminico, emallume, saffranina, violetto di genziana, ... associati all' eosina o alla fucsina oppure alla rubina e orange, ... per le doppie o triplici colorazioni) e chiusi in balsamo o in glicerina, riuscendo ad ottenerne alcuni che comprendono ad es. ciascuna metà della camera incubatrice o tutto il segmento superiore del corion. Inoltre inclusi in paraffina e sezionai trasversalmente in serie uova a vario tempo di sviluppo insieme all' ovidutto che le conteneva, giungendo, con l' aiuto di coteste preparazioni ben riuscite, a meglio intendere certe disposizioni e a meglio stabilire certi particolari di struttura.

Esame a fresco e sezioni di pezzi fissati nei diversi liquidi surricordati feci pure per l' ovidutto allo stato di riposo e dopo il parto.

* * *

La mia attenzione si rivolse anzitutto al comportamento della parete dell' ovidutto, che qui funziona da utero, di fronte alle uova che in esso vengono incubate, e può dirsi che scopo precipuo della presente memoria sia quello di dimostrare che negli stadî avanzati della gravidanza di *Gongylus ocellatus* esiste una sorta di placenta vitellina e che la porzione superiore della parete delle camere incubatrici, quella cioè rivolta verso l' inserzione del mesometrio e che sta a contatto col segmento animale dell' uovo, offre una struttura assai diversa dalla porzione inferiore, che è in rapporto col segmento vegetativo.

Struttura dell' ovidutto allo stato di riposo.

Le condizioni anatomiche, che l' ovidutto del *Gongylus* presenta allo stato di riposo o poco prima della gestazione, furono descritte da F. Bertè (1) e da N. Federici (2), senza però alcun riferimento alla sua struttura. Riguardo alla medesima, per l' opportuno confronto da farsi con quella dell' ovidutto gestante, conviene che io ne esponga subito, prima di cominciare a discorrere delle modificazioni che con la gravidanza subisce, le note principali.

Nell' ovidutto del *Gongylus*, basandoci sopra i suoi caratteri strutturali, si distinguono come in quello del *Seps*, varie regioni : l' imbuto, la tuba, l' utero e la porzione terminale (vagina). Gli ovidutti disposti ai lati della colonna vertebrale e sostenuti dai mesometri, che ne conducono i vasi e i nervi, giungono cranialmente con l' ostio addominale dell' imbuto sino al limite anteriore del peritoneo pigmentato ed hanno una lunghezza totale di 45 a 50 mm. All' imbuto segue un tratto ristretto lungo 10-12 mm. circa, pieghettato in senso trasversale, che ne costituisce la tuba propriamente detta. L' utero, che è la parte più estesa, tocca i 25-30 mm. di lunghezza, ha una larghezza di mm. 2,5-3 o al massimo 4, è appiattito e corre quasi diritto con qualche rara piega trasversa. L' ultima porzione è breve, di figura pressochè cilindrica e si apre, indipendentemente da quella dell' altro lato, nella cloaca.

L' ostio e tutto l' imbuto o padiglione sono rivestiti da un epitelio vibratile basso, a un semplice strato, il quale sull' orlo dell' ostium abdominale, ove forma come una centina, si riflette all' esterno per un' estensione di circa mm. 0,34-0,37, finchè poi mediante un passaggio piuttosto brusco si continua con l' epitelio pavimentoso del rivestimento peritoneale. L' orlo dell' imbuto decorre lievemente ondulato o pieghettato a guisa di un collare o di una gala ed apparisce alquanto ispessito poichè contiene grossi fasci circolari di fibre muscolari liscie, mentre nel resto dell' imbuto la tunica muscolare è molto sottile. Nell' imbuto la mucosa mostra numerose piccole pliche, basse e strette, che tengono varia direzione ma prevalentemente longitudinale e comprendono fra loro delle cripte rivestite parimente di epitelio vibratile, il quale d' ordinario misura da 6 a 8 μ di altezza raggiungendo per altro i 10 μ all' apice delle pliche.

Lungo la tuba propriamente detta, e specie in quella sua porzione che all' esame esteriore si qualifica per essere pieghettata trasversalmente e di un lieve colorito gialliccio,

---

(1) Bertè F. Sull' apparecchio uro-genitale femineo del tiro (Gongylus ocellatus, Wagler). Nota preventiva. *Catania 1882.*

(2) l. c.

Sulle disposizioni anatomiche dell' ovidutto del *Gongylus ocellatus* dette alcune notizie, in parte errate, anche G. De Natale (Ricerche anatomiche sullo Scinco variegato in rapporto ai principali tipi di organizzazione dei Rettili. *Mem. della R. Accad. delle Sc. di Torino, S. II, Tomo XIII, 1853*).

la mucosa si solleva in fitte e sottili pliche longitudinali, discretamente alte, disposte in bell'ordine, le quali non percorrono tutta la lunghezza della tuba e, laddove cessano, ingranano i loro estremi con quelli di altre pieghe consimili; sono alquanto ondulate e si inviano qualche anastomosi. L'epitelio vi aumenta notevolmente di altezza per modo che giunge a misurare 20 μ, e oltrepassa i 30 μ nelle creste delle pliche; cambia inoltre di aspetto per il fatto che alle sue cellule vibratili s'intercalano, regolarmente, cellule mucipare (Tav. I, Fig. 1). Le cellule vibratili, dalle ciglia molto evidenti, posseggono forma cilindro-conica con lungo ed affilato peduncolo, sicchè il nucleo risiede verso la loro estremità distale che sembra dilatarsi per accoglierlo, mentre la loro estremità prossimale si restringe considerevolmente come per concedere spazio alle interposte cellule mucipare, il cui nucleo trovasi invece collocato al loro estremo prossimale, vale a dire nel fondo del calice (1). Nel fornice delle cripte comprese tra le pliche l'epitelio modifica la sua struttura poichè ivi scompaiono le ciglia, e le cellule, approfondendosi in un corto otricolo, divengono glandulari tutte della medesima maniera (Tav. I, Fig. 1, *gl*) con aspetto diverso da quello delle mucipare e simile, sebbene più chiaro, alle glandule della prossima porzione, ossia dell'utero. Nel tratto che segna il termine della tuba ed il principio dell'utero, gli otricoli, maggiormente numerosi, acquistano forma meglio definita e le pliche si mostrano più fitte, quindi anzichè di pliche par trattarsi di piccole fossette in cui quegli otricoli si aprono. Frattanto col procedere verso l'utero l'epitelio di rivestimento si abbassa, perde le cellule mucipare che vanno sempre più diradando fino a scomparire quasi del tutto, cosicchè esso torna di nuovo ad essere costituito esclusivamente di cellule ciliate. Anche nella tuba la tunica muscolare è assai sottile a confronto di quella dell'utero.

Sui tagli trasversali quella porzione dell'ovidutto, la quale, per l'ufficio che nel *Gongylus* compie, conviene chiamare utero, è di figura ellittica con uno stretto lume (Tav. I, Fig. 2). Come lasciano scorgere tanto i lembi esaminati a fresco ed in superficie quanto le sezioni trasverse dei pezzi precedentemente fissati coi diversi reattivi, la mucosa dell'organo prossimo a funzionare, la quale ha uno spessore complessivo variabile di 90-120 μ a 150-200 μ, forma delicate pliche longitudinali, poco elevate, discretamente ampie e non molto numerose, a decorso leggermente ondulato o anche diritto, le quali si mandano qualche anastomosi e presentano piccole e rare incisure sui margini laterali. Provviste di una ricca vascolarizzazione, le pliche nei preparati in superficie permettono di vedere, al disotto dell'epitelio che le riveste, una rete capillare a maglie allungate secondo l'asse maggiore delle pliche medesime. La superficie della mucosa dell'utero è coperta da un epitelio vibratile unistratificato piuttosto basso, che misura al massimo 10 μ e scende in certi punti da 8 fino a 4 μ: le cellule, delle quali risulta costituito, possono essere cilindriche strette con nucleo tondo od ovalare, disposto secondo il loro diametro più grande,

(1) Tale epitelio somiglia molto da vicino a quello che riveste la tuba dell'ovidutto di *Lacerta* e che io già descrissi nel mio lavoro « Sull'ovidutto dei Sauropsidi » *(Monit. Zool. Ital. Anno IV. Firenze 1893).*

ovvero apparire cubiche o anche piatte; viste di fronte hanno aspetto poligonale, per solito esagonale, e mostrano il loro citoplasma leggermente granuloso. L'epitelio riposa direttamente sul connettivo della mucosa senza l'intermedio di una membrana basale. La mucosa nella sua tunica propria, costituita da un connettivo fibrillare piuttosto compatto che si mette poi in continuazione col connettivo di sostegno dello strato muscolare, contiene poche e piccole glandule otricolari semplici, scarsamente ramificate dacchè posseggono al massimo tre o quattro ramificazioni a guisa di corte insaccature, addossate l'una all'altra e nettamente delimitate da una membrana propria (Tav. I, Fig. 2, *gl*). Dette glandule mercè un breve colletto si aprono alla superficie della mucosa, di solito nel fondo o fornice delle pieghe: gli elementi che ne rivestono il corpo sono cilindrico-prismatici, alti da 10 a 12 μ, non molto larghi con nucleo situato allo loro base, verso la membrana propria, e citoplasma finamente reticolato a piccole maglie strette e allungate secondo l'asse maggiore della cellula, nelle quali si contiene una sostanza a piccoli granuli scuri, più abbondanti al tempo dell'imminente discesa delle uova. L'orifizio di sbocco delle glandule è circolare od ellittico, il calibro del loro corpo misura da 24 fino a 36 μ ed il lume glandulare varia a seconda dello stato di attività funzionale, mostrandosi meno ampio, 4 μ, od appena percettibile allorchè l'utero si approssima a ricevere le uova, ossia quando gli elementi secernenti sono carichi del prodotto da loro elaborato.

Gli abbondanti vasi sanguigni della mucosa, salendo nel connettivo fra le glandule, giungono a formare una ricca rete al disotto dell'epitelio di rivestimento, talchè la parte più superficiale del connettivo sulla quale giace l'epitelio, acquista, per la presenza dei numerosi capillari, l'aspetto di uno strato spongioso (Fig. 2).

Alla mucosa segue la tunica muscolare composta di due strati di fibre liscie: uno interno circolare e l'altro esterno longitudinale. Il primo, considerato nell'ovidutto durante il periodo di riposo, è meno regolare e più grosso, con uno spessore medio di 40 μ che però varia dai 30 ai 50 μ; il secondo è più uniforme, generalmente più sottile dell'interno, come provano le sue misure, le quali si mantengono fra i 20 e i 28 μ quantunque possano discendere in alcuni tratti a 12 μ. In confronto del circolare, che rimane strettamente applicato alla tunica della mucosa, lo strato muscolare longitudinale, lassamente connesso al precedente, gode di una certa indipendenza, si ripiega molteplicemente sopra sè stesso (Tav. I, Fig. 2, *sml*) e così ripiegato nell'ovidutto allo stato di riposo dà luogo alle fine creste che percorrono nel senso della lunghezza la superficie esteriore dell'organo.

Infine si ha il sottile rivestimento peritoneale (Fig. 2, *p*) che procede dal mesometrio, circonda l'utero e delimita nettamente all'esterno lo strato muscolare longitudinale.

La parete dell'utero, allorchè vengono in esso accolte le uova, subisce un'enorme distensione in corrispondenza di ogni camera incubatrice di guisa che si assottiglia straordinariamente e i due strati muscolari si riducono a due esilissime membranelle sovrapposte, l'interna delle quali è di regola più sottile dell'esterna (Tav. I, Figg. 3, 4, 6-12).

Nell'ultimo tratto caudale dell'ovidutto, ossia in quella breve porzione indicata come vagina, la mucosa, che si solleva in una serie di strette pliche molto salienti, semplici o

ramificate, è priva di glandule e l'epitelio che la riveste non solo si conserva sempre vibratile ma anzi acquista ciglia più lunghe e assai meglio evidenti nel mentre che diventa schiettamente cilindrico, poichè le sue cellule crescono d'altezza ed assumono l'aspetto di elementi cilindro-conici a largo piede. Tra le cellule ciliate di siffatto epitelio se ne intercala qualcuna mucipara. La tunica muscolare in quest'ultima porzione dell'ovidutto raggiunge il suo massimo spessore.

Sul margine laterale dell'ovidutto, ed al medesimo unita per mezzo di una sottilissima membranella, esiste una distinta striscia muscolare, stretta e grossetta, paragonabile ad una piccola tenia muscolare, la quale corrisponde al così detto ligamento laterale (Lereboullet (1)), descritto pure nell'ovidutto di *Lacerta*, e risulta formata da fasci di fibre liscie, che possono considerarsi come una dipendenza dello strato esterno della tunica muscolare (2).

Modificazioni della struttura dell'utero nei diversi stadî della gravidanza. Annessi embrionali.

Premesse le notizie sulla struttura dell'ovidutto e particolarmente di quella sua porzione che, essendo destinata a compiere l'ufficio di utero, maggiormente interessava conoscere, passo ora a brevemente indicare come le uova si dispongono nell'utero stesso ove si soffermano fino al loro completo sviluppo anzi fino alla nascita dei feti, e a studiare quali rapporti esse vi prendono e quali modificazioni istologiche l'utero subisce coll'iniziarsi e col progredire della gravidanza. Nel medesimo tempo m'intratterrò sulla disposizione degli annessi embrionali e sopra ad alcune particolarità che li concernono, le quali mi risultarono nuove per il *Gongylus* o non ancora messe sufficientemente in rilievo. A tale intento basterà che io prenda in considerazione gli stadî precoci, lo stadio medio e gli ultimi stadî, ossia le fasi più salienti, ottenendo così il duplice vantaggio di riuscire meno oscuro e di procedere con ordine e con una certa brevità nella esposizione.

Le uova mature del *Gongylus ocellatus*, sebbene in quanto ai processi di sviluppo e

(1) Lereboullet A. Recherches sur l'anatomie des organes génitaux des animaux vertebrés. *Verhand. der K. Leop. Carol. Akad. der Naturforscher. Bd. 15. Abth. I. 1851.*

— Développement de la Truite, du Lézard et du Limnée. II Embryologie du Lézard. *Annales des Sc. nat. Ser. IV. Vol. 27. 1862.*

(2) Avendo sezionati trasversalmente in serie, insieme all'ovidutto, anche l'ovario e la capsula surrenale, mi fu dato di constatare che, addossati a quest'ultima, esistono costantemente dei tuboli epiteliali non confondibili con i cordoni epiteliali pieni dell'interrenale (sostanza corticale delle capsule surrenali) e simili invece per la loro disposizione a quelli dell'epididimo del maschio: essi sono un resto del rene primitivo e costituiscono un epoophoron a cui fa seguito caudalmente, lungo il margine mediale dell'ovidutto, fino all'estremo cloacale, uno stretto canale epiteliale, rudimento del condotto di Wolff. Il Bertè mentre confuse l'epiovario con i cordoni epiteliali dell'interrenale, vide e interpretò con esattezza il rudimento del condotto di Wolff; all'incontro N. Federici non potè « riconoscere l'ovario accessorio (epoforo) osservato nelle lucertole ».

ad alcuni rapporti che gli annessi embrionali assumono con l' ovidutto, offrano molta somiglianza con quelle di *Seps*, hanno in confronto alle medesime, che non oltrepassano i 3 mm. circa, una mole di gran lunga maggiore, poichè misurano in media 11 mm. di diametro. Si accrescono rapidamente negli ultimi giorni che precedono il loro distacco dall' ovario e raggiunta la loro normale grandezza scendono nell' ovidutto ove si dispongono in una serie moniliforme, a piccola distanza l' uno dall' altro. Corrispondentemente a ciascun uovo l' utero si distende per accoglierlo in una specie di camera incubatrice o matrice ed ogni uovo viene così a trovarsi in un' apposita camera. I tratti di ovidutto intermedî tra una camera incubatrice e l' altra conservano sempre, fino agli ultimi tempi della gravidanza, l' aspetto e la struttura che loro è propria allo stato di riposo; sono di solito brevi e si accorciano poi notevolmente col progredire dello sviluppo delle uova le quali divengono più voluminose fino a raggiungere, quando il feto è presso che a termine, mm. 19 nell' asse maggiore e 14 nell'asse minore: tuttavia quei tratti non scompaiono mai, rimanendo sempre un limite tra le diverse camere incubatrici segnato appunto da un ristringimento assai forte a paragone della loro ampiezza. L' ovidutto nel suo insieme viene ad aumentare di lunghezza in conseguenza dell' aumento di volume delle uova da esso accolte.

Come venne già notato da Mingazzini e similmente a quanto io constatai nel *Seps* e nella *Vipera*, le uova, non appena arrivate nell' utero, vi si orientano in maniera da rivolgere tutte il loro polo animale verso il suo margine mediale, cioè verso quella sua parte alla quale s' inserisce il mesometrio e giungono i vasi sanguiferi provenienti dall' arteria genitale. Tale orientazione esse conservano anche negli stadî avanzati quando si sono completamente costituiti l' allanto-corion e il sacco vitellino, i quali vengono a ritrovarsi rispettivamente il primo al polo animale o superiore, il secondo al vegetativo od inferiore.

Per rapporto all' orientazione dell' uovo in ciascuna camera incubatrice sono da distinguersi, anche a cagione dei loro differenti caratteri, come sarà rilevato più avanti, un segmento superiore o mediale che corrisponde al polo animale dell' uovo, e un segmento inferiore o laterale (sul quale corre all' esterno il ligamento laterale) che corrisponde al polo inferiore o vegetativo.

Non si scorgono differenze di struttura fra i due segmenti della camera incubatrice se si esaminano allorchè l' uovo è di recente sceso nell' utero. L' uovo si trova circondato da un guscio sottilissimo, rappresentato da una membranella trasparente omogenea, di struttura non fibrosa, fornitagli dalle glandule della mucosa dell' ovidutto. Questo guscio si applica intimamente all' esile membrana vitellina con la quale forma un tutt' uno, che ben presto si lacera e si raccoglie coi suoi resti al polo inferiore.

La parete dell' utero in ogni camera incubatrice è già sin da principio fortemente distesa e lo sarà sempre di più a mano a mano che aumentano le dimensioni dell' uovo in via di sviluppo.

Stadî precoci.

Negli stadî precoci la faccia interna della camera incubatrice, limitata ai suoi due estremi craniale e caudale dalle pieghe della mucosa dei tratti intermedî le quali,

più numerose e più grandi che nell' ovidutto allo stato di riposo, sporgono verso l' uovo, è perfettamente liscia tanto nel segmento superiore quanto nel segmento inferiore. L' epitelio che la riveste è ora molto appiattito, ma non offre diversità di struttura nei due segmenti: le sue cellule, che viste in superficie appariscono poligonali a contorni ben distinti e di dimensioni maggiori che nell' ovidutto allo stato di riposo, conservano ancora le ciglia vibratili come ne accerta il loro esame a fresco, sicchè le modificazioni riguardano per adesso la loro forma più che la loro intima struttura. Il connettivo della mucosa o meglio la sua tunica propria si è oltremodo assottigliata: le glandule, come mostrano i preparati in superficie, schiacciate, ridotte di volume e molto allontanate l' una dall' altra, sono ancora ovunque riconoscibili a guisa di aree più colorate costituite da cumuli di piccole cellule stipate tra loro, nelle quali aree non di rado uno spaziettino circolare od ellittico, regolarmente attorniato da nuclei, indica il vestigio dell' orifizio glandulare. I vasi sanguigni irrorano già più abbondantemente la regione corrispondente al polo animale, ma non vi producono ancora quella ricchissima rete, la quale più tardi diventa il segno caratteristico, la proprietà essenziale di tutto il segmento superiore.

In stadî meno precoci, quando l' embrione acquista la lunghezza di mm. 3-3,5 e l' uovo comincia a crescere di volume misurando mm. 11 per 11,5, si notano già considerevoli cambiamenti. Infatti la faccia interna del segmento inferiore della camera incubatrice non si presenta più liscia, ma è ora caratterizzata da un certo numero di pliche, le quali, non molto alte, sorgono dalla sua area di mezzo e decorrono in senso longitudinale più o meno ondulate, più o meno a zig-zag, inviandosi anche dei rami laterali di congiungimento (Tav. I, Figg. 14, 15). Secondo il mio parere le pliche di cui teniamo adesso parola e che mancano durante i primissimi stadî, non sono da considerarsi come la continuazione di quelle dei tratti d' ovidutto intermedî fra camera e camera, le quali si abbassano molto od anche cessano avanti di incontrarsi con le altre proprie del segmento inferiore; esse, quantunque io non possa darne la prova incontrastabile, vanno invece riguardate per pliche di nuova formazione. Ad ogni modo, anche se volessero reputarsi come una continuazione o in altri termini una persistenza delle pliche che la mucosa dell' ovidutto possiede allo stato di riposo, devesi per lo meno ammettere che le medesime divengano più numerose e grosse, s' ipertrofizzino nella regione di mezzo del segmento inferiore coll' iniziarsi e coll' avanzarsi della gravidanza.

Verso le parti laterali della regione testè nominata le pliche si fanno più basse, meno evidenti e vanno così a poco a poco svanendo (Tav. I, Fig. 15). Ma da coteste parti laterali della regione centrale ove esiste il gruppo di pliche sopra descritte, si dipartono con direzione trasversale altre pieghe sottili e delicate, le quali si renderanno assai più manifeste e funzionalmente più importanti negli stadî inoltrati della gestazione.

Già all' epoca della quale stiamo occupandoci, se si esamina ciascuno dei segmenti della matrice sia nei preparati in superficie sia nelle sezioni, incominciano a rilevarsi delle differenze che concernono tanto lo spessore complessivo della loro parete quanto l' aspetto dell' epitelio. La parete del segmento superiore (Tav. I, Fig. 3) ha uno spessore complessivo di μ 10-14 circa ed è più sottile di quella del segmento inferiore (Tav. I, Fig. 4); la

sua mucosa mostra ancora relativamente scarsa la vascolarizzazione; l' epitelio unistratificato che la riveste è alto 4-6 μ e risulta di cellule di forma appiattita o cubica, le quali vedute poi in superficie sono di figura poligonale a limiti ben distinti e dànno pertanto col loro insieme l' immagine di un elegante mosaico. Il segmento inferiore, la cui parete raggiunge lo spessore complessivo di 16-20 μ, in alcuni punti raddoppia quasi la grossezza del segmento opposto, la sua mucosa è meno vascolarizzata e l' epitelio, pure a un solo strato, vi si caratterizza, a confronto di quello del segmento superiore, per la sua maggiore altezza che varia da 6 a 10 a 16 μ e che all' apice delle pliche può arrivare fino a 32 μ (Fig. 4). Anche qui le cellule, che nei tagli perpendicolari sono di figura cubica o cilindrica, viste in superficie hanno figura poligonale con limiti ben marcati ed esse per le loro dimensioni superano di non poco quelle dell' epitelio del segmento superiore. Posseggono nucleo rotondeggiante del diametro medio di 8 μ, citoplasma scuro, piuttosto denso, finamente granuloso, di solito senza vacuoli; soltanto qualcuna, più grande e più chiara delle altre, comincia ad offrire indizi di un processo di vacuolizzazione che s' inizia con la comparsa di piccolissimi vacuoli attorno al nucleo. Importa inoltre rilevare che così le cellule dell' epitelio del segmento superiore come quelle dell' inferiore sono ora prive di ciglia vibratili, le quali non si rintracciano più nè con l' attento studio delle sezioni nè con l' accurato esame di preparati a fresco o dissociati dopo macerazione in alcool al terzo. Infine un altro fatto meritevole di speciale menzione si è che tanto nel segmento superiore quanto nell' inferiore non si scorgono più traccie di glandule: queste si veggono ancora negli estremi craniale e caudale della camera incubatrice, ossia nelle zone vicine ai tratti intermedî ristretti dell' utero, ma scompaiono affatto di mano in mano che dalle dette zone si procede verso la parte centrale di ogni segmento. Possiamo anche aggiungere che in quelle zone estreme, craniale e caudale, essendo le modificazioni della mucosa meno profonde, traccie di glandule persisteranno fino agli ultimi tempi della gestazione.

Vengo all' esame dell' uovo. Allo stadio del quale discorriamo, la membrana vitellina ed il guscio sottilissimo si sono già raccolti, dopo la loro lacerazione, al polo vegetativo, dove, raggrinzati e variamente ripiegati, appariscono come una sostanza che s' interpone fra la parete del segmento inferiore della camera incubatrice e l' involucro sieroso ricoprente la faccia distale del sacco vitellino, mentre al polo animale dell' uovo, in conseguenza della lacerazione e riduzione di quelle membrane, l' involucro sieroso trovasi ora direttamente a contatto con la parete del segmento superiore.

L' embrione è adesso poco affondato verso il sacco vitellino nella fossetta embrionale (Lereboullet) o letto embrionale (Rathke), e la parete prossimale del sacco vitellino medesimo (toltane quella sua parte centrale, corrispondente alla primitiva area pellucida, sulla quale s' adagia l' embrione infossandola e spingendola verso la cavità subgerminale), assai vascolarizzata e priva di appendici parietali, sta ora addossata per grande estensione, insieme all' involucro sieroso che le si sovrappone, alla parete del segmento superiore della camera incubatrice (Tav. I, Fig. 5). Essa compie da sola, a tale periodo, la funzione di organo respiratorio dell' embrione, ancora non essendo che pochissimo sviluppata l' allantoide,

la quale difatti presentemente ha l'aspetto di una piccola vescichetta del diametro di 1 mm., situata sul lato destro della porzione caudale dell'embrione.

L'epitelio od entoderma della parete prossimale del sacco vitellino (Tav. I, Fig. 5, *epv*) è rappresentato, a questo periodo, da cellule cilindriche assai alte (1) che nel loro citoplasma finamente reticolato contengono minuti granuli di tuorlo assunti, per digerirli, dalla cavità subgerminale, ora assai ampia, della quale esse formano il tetto. Alla periferia della parete prossimale corre circolarmente (in senso latitudinale) una stretta striscia di epitelio vitellino stratificato, il quale si compone di poche cellule protoplasmatiche grandi, non molto ricche di globuli vitellini, e provviste di voluminoso nucleo vescicolare; queste cellule somigliano a quelle che nel blastoderma delle uova di *Lacerta* formano il vallo o cercine marginale, a parte del quale precisamente corrisponde l'epitelio in parola. Mentre però nella *Lacerta* il cercine marginale segna anche il limite periferico dell'area vascolare, nelle uova di *Gongylus* con embrione di circa 3 mm. la vascolarizzazione, ossia l'area vascolare, lo sorpassa giungendo un poco al disotto del medesimo.

Inoltre, a differenza di quanto accade nella *Lacerta*, a partire dalla regione occupata dall'epitelio stratificato fino al polo distale si è già esteso anche inferiormente l'entoderma vitellino con cellule disposte sopra un solo strato e cariche di grossi globuli di tuorlo. Di fronte al cercine marginale comincia a separarsi il lecitoderma, il quale, quantunque sia già avvenuta all'ombelico ombelicale (2) la chiusura del sacco vitellino con la formazione del peculiare cuscinetto del polo distale, si è differenziato soltanto lungo la zona equatoriale; tale strato entodermico vitellino contenente tuorlo, sul quale dovrò richiamare nuovamente l'attenzione trattando dello stadio medio, è sottile tanto al suo margine superiore o periferico, in quel tratto cioè che serve a riunirlo alla massa vitellina, quanto al suo margine inferiore o centrale, discretamente grosso invece nel suo tratto di mezzo, intermedio ai due margini. Trovasi situato subito al disotto dell'involucro sieroso ed è separato dalla parete distale del sacco vitellino mediante la fessura perilecitale, la quale però non è ancora completa, giacchè non si estende ancora fino al polo distale, donde consegue che nemmeno il lecitoderma vi giunge, rimanendo per adesso limitato, come sopra si è detto, ad una zona equatoriale. Il tratto che riunisce il lecitoderma alla massa vitellina è pure costituito da cellule di natura epiteliale, le quali sono cubiche o molto appiattite e contengono poco o punto vitello. Quest'epitelio basso od appiattito chiude lateralmente la fessura, mentre a limitare le due superficie, prossimale e distale, dello spazio perilecitale si trovano cellule fortemente piatte prive di vitello. Per entro alla fessura perilecitale in stadî precoci non si veggono cellule libere.

Al polo inferiore e precisamente in corrispondenza dell'ombelico ombelicale (che segna il centro della superficie distale del sacco vitellino e il luogo dove si effettua la sua chiusura) l'epitelio od ectoderma dell'involucro sieroso diviene molto più spesso, stratificato e tende ad entrare nel cuscinetto del polo distale verso la quale formazione esso si riflette.

(1) Meno alte in corrispondenza dell'area pellucida.
(2) Ombelico della vescicola ombelicale o sacco vitellino (Duval).

Questo cuscinetto, che si costituisce per il meccanismo di chiusura del sacco vitellino, consta di una massa protoplasmatica derivata dal protoplasma periferico dell'uovo, la quale, incurvandosi sopra sè stessa, si solleva verso il centro della vescicola ombelicale. Cotesta massa granulosa o delicatamente reticolata circoscrive una piccola cavità irregolare che contiene cellule e nuclei in via di disfacimento, ed è a sua volta circondata da grossi nuclei, parte dei quali tiene anche immersi in sè medesima, da interpretarsi come nuclei merocitici. Si tratta di una formazione perfettamente simile a quella descritta da H. Virchow come « das Polster des distalen Poles » nella *Lacerta* al quinto stadio e che ricorda per di più l'altra da me già prima osservata nelle uova di *Seps chalcides* e vista poi anche nella *Vipera* e nel *Tropidonotus* (1).

Ritornando all'area vascolare, devo aggiungere che a quest'epoca non è più circoscritta alla sua periferia da un seno o vena terminale: ciò trova riscontro con quanto accade nel *Tropidonotus* e nella *Vipera*, nelle quali specie si verifica pure la precoce scomparsa della vena terminale, sostituita da una corona terminale di anastomosi. Si passa alla circolazione secondaria.

Va infine notato che dalla parete distale del sacco vitellino, in quella sua regione presso la quale sta per terminare l'area vascolare, cominciano ora a svilupparsi le appendici parietali del sacco vitellino, delle quali si parlerà trattando degli annessi embrionali nello stadio medio (2).

Stadio medio.

Le fasi medie di sviluppo, ossia le uova che nel loro asse più grande misurino 12 a 13 mm. e contengano un embrione della lunghezza massima di mm. 9-10, misurata come asse maggiore del corpo embrionale incurvato, sono quelle che meglio si prestano allo studio delle disposizioni e delle strutture concernenti la maniera di gestazione del *Gongylus* ed i rapporti fra la matrice e l'uovo, per la qual cosa richieggono anche una più diffusa trattazione.

---

(1) Giacomini E. Materiali per la storia dello sviluppo del *Seps chalcides. Monit. Zool. Ital. Anno II. Firenze 1891.*

— Contributo alla migliore conoscenza degli annessi fetali nei Rettili. *Ibid. An II. Firenze 1892.*

(2) Avverto che circa alla terminologia per le diverse parti del sacco vitellino od organo del vitello mi sono attenuto a quella usata da H. Virchow. Si vedano più specialmente in proposito:

Virchow H. Das Dotterorgan der Wirbelthiere. *Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. LIII. Suppl. Leipzig 1892.*

— Das Dotterorgan der Wirbelthiere (Fortsetzung). *Arch. für mik. Anatomie, Bd. 40. Bonn 1892.*

Strahl H. Die Dottersackswand und der Parablast der Eidechse. *Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Bd. 45. Leipzig 1887.*

Schauinsland H. Beiträge zur Biologie und Entwickelung der Hatteria nebst Bemerkungen über die Entwickelung der Sauropsiden. *Anat. Anz. Bd. XV. Jena 1899.*

— Die Entwickelung der Eihäute der Reptilien und der Vögel. In: *Handbuch der vergl. u. exper. Entwickelungslehre der Wirbeltiere. Herausg. von* O. Hertwig. *III Lief. Jena 1902.*

Dirò prima delle particolarità rilevabili macroscopicamente e poi di quelle che è dato di scoprire coll' esame microscopico, sia per la matrice, sia per gli annessi embrionali.

La parete della camera incubatrice, segnatamente del suo segmento superiore, diviene, a causa della notevole distensione, così sottile e trasparente che lascia scorgere distintamente le membrane dell' uovo e ogni più minuta parte dell' embrione. Estraendo l' uovo dalla rispettiva camera incubatrice, si nota che sebbene la parete di questa, distesa sulla sua superficie, lo rivesta completamente senza contrarvi alcuna aderenza, v' è per altro l' area di mezzo del segmento inferiore, distinta dal resto della parete per una minore sottigliezza e per un leggero grado di opacità, che si distacca con una certa difficoltà perchè aderisce al polo inferiore dell' uovo, non ostante che tra loro stiano interposti i residui del guscio uniti alla sostanza segregata dall' epitelio di tutto il segmento inferiore della matrice. L' adesione è determinata dalle pliche che esistono sia al polo distale dell' uovo sia nel segmento inferiore della camera incubatrice e che s' ingranano fra di loro. Infatti al polo vegetativo dell' uovo, precisamente in corrispondenza della sua parte di mezzo, osservasi un' area rotondeggiante alquanto depressa, dalla quale si irraggiano sottili rughe o pieghe avvicinate tra loro, mentre dal centro della depressione si solleva un piccolo tubercoletto, a guisa d' uno zaffettino bianchiccio, che corrisponde proprio all' ombelico ombelicale e al cuscinetto del polo distale. A quest' area si applica una membranella circolare a mo' di calotta, con pieghe o rughe simili a quelle della superficie distale dell' uovo, la quale membranella, più spessa al centro, va assottigliandosi verso la periferia fino a mancare del tutto, ed è costituita, oltre che dai resti della membrana vitellina e del guscio, dalla sostanza segregata dall' epitelio del segmento inferiore della camera incubatrice, le cui cellule hanno acquistato peculiari caratteri di elementi secernenti. La descritta membranella, quantunque poco resistente e facilmente lacerabile, può tuttavia essere separata per intiero dalla superficie del polo vegetativo dell' uovo, dopo che questo sia stato tratto fuori dall' ovidutto. In ciò si ha una perfetta somiglianza con quanto fu notato da Haacke in *Trachydosaurus asper* ed in *Cyclodus Boddaertii* e da me stesso in *Seps chalcides*.

La faccia interna del segmento inferiore della camera incubatrice, osservata con una lente d' ingrandimento o meglio ancora con il microscopio binoculare, lascia vedere nel suo mezzo in corrispondenza del ligamento laterale, un' area di figura presso a poco ovalare od ellittica, con l' asse maggiore diretto secondo la lunghezza dell' ovidutto, nella quale la mucosa è più spessa e si eleva in pliche più grosse, non molto alte, varie per numero e per disposizione, a decorso prevalentemente longitudinale. Coll' avanzare della gravidanza, coteste pliche, sebbene col loro decorso principale mantengano una direzione longitudinale, si fanno molto complicate ed irregolari; possono assumere l' apparenza di papille o di villosità, possono ramificarsi, avere un andamento a zig-zag o soltanto ondulato, talvolta prendere l' aspetto di rosetta. Inoltre dai contorni laterali dell' area centrale del segmento inferiore della camera incubatrice sorgono altre pliche che, alquanto flessuose, decorrono nel senso della larghezza dell' ovidutto (Tav. I, Fig. 16). Tutte le ricordate pieghe s' ingranano, come fu sopra accennato, con quelle esistenti sulla faccia distale dell' uovo, sta-

bilendosi per tal guisa una reciproca adesione a causa della quale il segmento inferiore della matrice meno agevolmente del superiore si separa dalla superficie dell' uovo.

L' uovo liberato dall' utero ed esaminato accuratamente, mostra a questo stadio benissimo distinti il sacco vitellino, l' allantoide e l' amnios. Il sacco vitellino e l' allantoide appariscono come due vescichette a foggia di calotta o di mezza sfera, le quali, addossandosi l' una all' altra per i propri margini, racchiudono tra le loro faccie concave l' amnios con l' embrione. Da ciò consegue che tutta la superficie esterna dell' uovo è fatta dall' allantoide, che ne costituisce l' emisfero superiore, e dal sacco vitellino, che ne forma l' emisfero inferiore: questi due organi sono poi avvolti e tenuti insieme dall' involucro sieroso. Quando si disponga l' uovo in modo che l' estremo caudale dell' embrione, avente la faccia dorsale rivolta in alto, guardi verso l' osservatore, l' allantoide trovasi al lato destro ed il sacco vitellino al lato sinistro. Lungo la linea di confine dei due organi, che coincide quasi col- l' equatore dell' uovo e dove l' involucro sieroso passa dall' uno sull' altro, si può, lacerando cotes'o involucro, separare facilmente l' emisfero inferiore, che rappresenta il sacco vitellino, dall' emisfero superiore, che comprende l' embrione l' amnios e l' allantoide, la cui lamina esterna è ora saldata alla sierosa di von Bär a formare l' allanto-corion.

Nello stadio medio il sacco vitellino, che misura mm. 12-13 $\times$ 11-11,5, ha di consueto forma ellissoidale con l' asse maggiore disposto secondo la lunghezza dell' ovidutto: la sua parete prossimale sottile è maggiormente infossata per ricevere l' amnios con l' embrione e mostra nel suo centro l' impianto del peduncolo vitellino e dei vasi onfalo-mesenterici (vena e arteria) che da cotesto punto si diramano per tutta l' area vascolare della vescicola ombelicale. Sia per l' approfondirsi dell' embrione, in virtù della quale azione il sacco vitellino si foggia quasi a scodella, sia per l' estendersi dell' allantoide, la parete prossimale del sacco vitellino si allontana dal corion e dalla parete del segmento superiore della camera incubatrice. Alla faccia distale convessa del sacco vitellino si addossa il lecitoderma che ha l' aspetto di una membrana opaca bianchiccia e che, essendosi completata la fessura perilecitale, si estende ora fino all' ombelico ombelicale, nel qual punto rimane sempre, anche negli stadî successivi, aderente alla massa vitellina, mentre perifericamente aderisce al margine del sacco vitellino (Tav. II, Fig. 24, *ld*); in tutto il resto della sua estensione esso ne è separato mediante lo spazio perilecitale (*fpl*). Alla sua superficie esterna il lecitoderma è rivestito dall' involucro sieroso (*is*) che qui viene a formare un onfalo-corion: si è appunto quest' ultimo che verso la parte centrale della regione distale si solleva in varie pliche e villosità non molto alte, le quali s' immergono nella sostanza proveniente dai resti del guscio e dal prodotto di secrezione dell' epitelio a cellule vacuolizzate del segmento inferiore della camera incubatrice.

L' allantoide, ripiena di un liquido affatto limpido ed incoloro, ha pareti assai sottili e trasparenti; occupa, come si è detto, il segmento superiore dell' uovo. Con l' estendersi in superficie le pareti o lamine esterna ed interna dell' allantoide si vanno accostando tra di loro e la cavità allantoidea va perdendo in ampiezza, quantunque l' organo si accresca e guadagni terreno verso il polo vegetativo, senza però raggiungerlo mai, nemmeno agli

ultimi tempi dello sviluppo. La lamina esterna si riflette sull'interna poco al disotto del margine periferico del sacco vitellino, vale a dire in vicinanza della linea di confine fra allantoide e sacco vitellino (Tav. II, Fig. 24, *a l*). Da questo luogo di riflessione la lamina interna si applica per breve tratto sul sacco vitellino e passa poi sulla porzione superiore dell'amnios. La lamina esterna, che si salda al segmento superiore dell'involucro sieroso per formare un allanto-corion, è molto riccamente vascolarizzata, mentre la lamina interna viene irrigata soltanto da scarsi ed esili vasi (Tav. II, Fig. 19, 21).

Dei grossi vasi allantoidei una parte, l'arteria e la vena di destra, usciti dal breve cordone ombelicale, salgono in alto, tenendosi sul lato destro dell'embrione, e si portano superiormente all'allanto-corion dove si suddividono in quattro o cinque tronchi principali che ramificandosi si dirigono verso il margine di riflessione dell'allantoide: i rami secondari dànno origine ai ramuscoli dai quali proviene poi la ricchissima rete capillare. Un'altra parte dei vasi allantoidei od ombelicali, l'arteria e la vena di sinistra, piegano verso il lato sinistro dell'embrione e, scorrendo sulla lamina interna dell'allantoide o, per esprimermi con maggiore esattezza, lungo un setto che a guisa di mesenterio collega la lamina interna con l'esterna, giungono al margine di riflessione e da qui, andando incontro a quelli che vengono dall'alto, ossia alle diramazioni dei vasi di destra, si distribuiscono come questi sull'allanto-corion.

Quanto ai vasi onfalo-mesenterici, un'arteria ed una vena, si è già detto che, lasciato il funicolo ombelicale, s'impiantano sul mezzo della parete prossimale del sacco vitellino. Di là, divisi in pochi tronchi principali, essi si recano verso la periferia dove, in quella zona che segna il passaggio alla faccia distale dell'organo, risolvendosi in grossi capillari formano, anzichè un seno terminale, una ricca rete vascolare, a larghe maglie, dalla quale, come osservò anche Legge, si originano poi numerosi vasellini che a guisa di tanti meridiani si dirigono in basso per raggiungere il polo inferiore. Lungo il loro decorso cotesti vasellini s'inviano reciprocamente delle diramazioni laterali per mezzo delle quali, anastomizzandosi tra loro, dànno luogo ad una delicata rete.

Se dopo averlo isolato, s'incide il sacco vitellino circolarmente lungo il suo margine periferico in modo da distaccarne l'intiera parete prossimale o tetto della cavità subgerminale, fluisce fuori soltanto una piccola quantità di tuorlo, quello cioè che disciolto è contenuto nello spazio rappresentante la cavità subgerminale; nel resto esso rimane compatto per la presenza di numerose appendici parietali che a guisa di lunghe villosità si sollevano dalla parete distale e si dirigono verso il centro del sacco vitellino. Con ciò si spiega anche il forte contrasto fra la sottigliezza della parete prossimale e la notevole grossezza della parete distale. Esse stanno strettamente addossate l'una all'altra, ma discostandole (il che si ottiene molto facilmente col dissecare l'organo a fresco immerso nella soluzione fisiologica di cloruro di sodio) si osserva che si ramificano emettendo corti rami per mezzo dei quali si anastomizzano a vicenda, onde ne risulta una specie di rete, mentre alla loro estremità, rivolta verso il centro e che apparisce alquanto ingrossata, si ripiegano ad ansa. La loro disposizione si studia agevolmente anche in sacchi vitellini fissati in liq. di Müller, giacchè tale reagente non provoca un forte indurimento delle

villosità ma nello stesso tempo le conserva bene e permette di poterle discostare. L' asse d' ognuna di queste villosità, e delle loro corte ramificazioni laterali, ben rassomigliate dal Legge a dei cordoncini, è percorso da un sottile vaso sanguigno che ne costituisce il fusto e sul quale s' impiantano grandi cellule epiteliali cariche di globuli di tuorlo. Il Legge, che pure esaminò microscopicamente le appendici parietali, parla soltanto di numerosi globuli vitellini adesi ai vasellini sanguigni e non di cellule entodermiche vitelline.

La disposizione sopra ricordata e già descritta nel *Gongylus* dal Legge, somiglia completamente a quella illustrata da H. Virchow nella *Lacerta* (1) e nell'*Anguis* e che si riscontra del resto accennata anche nel *Tropidonotus* e nella *Vipera* come pure assai manifesta, per numero e altezza delle appendici, nelle Tartarughe e nei Coccodrilli (2): essa può essere riportata, secondo il giusto parere di H. Virchow, ad una disposizione consimile del sacco vitellino degli Uccelli, ad es. degli embrioni di pollo, senonchè qui le appendici parietali sono poco sviluppate e la più gran parte del tuorlo rimane disciolta.

Passiamo ora a discorrere delle particolarità che con l' esame microscopico si rilevano sia nella parete della camera incubatrice sia negli annessi embrionali. Cominciando dalla prima, il suo segmento superiore, assai sottile, si trova ora ricchissimamente vascolarizzato, conforme a quanto ebbero a notare anche N. Federici, Legge e Mingazzini, i quali però non dettero alcun minuto ragguaglio sulla struttura che presentemente offre la parete della matrice e sulla disposizione della sua rete capillare. Come ben si apprende dalle sezioni microtomiche condotte perpendicolarmente alla sua superficie (Tav. I, Fig. 6-8), i due strati della tunica muscolare, ridotta a 4-6 μ di spessore, sono estremamente assottigliati e l' interno, circolare, lo è alquanto di più dell' esterno, longitudinale; all' incontro la grossezza dello strato comprendente la mucosa, ossia i vasi e l' epitelio, è di 6-8 μ, per modo che lo spessore complessivo medio varia dai 10 ai 14 μ; in alcuni tratti l' intiero spessore è di soli 8 μ, onde l' epitelio coi vasi formano uno strato di 4 μ. L' epitelio si mostra costituito da una semplice serie di elementi non più vibratili, i quali, sebbene molto appiattiti, sono però in ultima analisi più grandi di quelli propri dell' epitelio di rivestimento dell' ovidutto allo stato di riposo. La tunica propria che sostiene i vasi e sulla quale riposa l' epitelio, si assottiglia tanto da essere appena percettibile. Per il fatto che i capillari sanguigni tendono a spingersi verso la superficie sporgendo o intromettendosi fra gli elementi epiteliali, questi, oltre che appiattirsi ed assottigliarsi, s' incurvano anche in varia maniera affine di lasciar posto e di adattarsi al contorno dei capillari medesimi sopra la parete endoteliale dei quali direttamente si adagiano (Fig. 6-8), e ne consegue che i capillari rimangono coperti unicamente da una esilissima lamella protoplasmatica costituita

---

(1) Alle appendici parietali del sacco vitellino di *Lacerta (L. vivipara)* accennò, quantunque con poca precisione, anche Strahl *(l. c.)*.

(2) Voeltzkow A. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. IV. Keimblätter, Dottersack und erste Anlage des Blutes und der Gefässe bei *Crocodilus madagascariensis* Grand. *Abhandl. herausgeg. von der Senckenbergischen naturf. Gesellschaft. Bd. 26 Frankfurt a. M. 1901.*

dai lembi delle cellule epiteliali su di essi poggiate. Similmente si comportano i capillari rispetto all' epitelio nella porzione liscia delle camere incubatrici del *Seps chalcides* e del pari superficiali tendono a farsi quelli che irrorano le matrici di *Vipera* e di *Anguis*.

L' epitelio è maggiormente sottile e più attraversato da capillari sanguiferi verso la regione centrale del segmento superiore; allontanandosi da questa regione per procedere verso il segmento inferiore, l' epitelio s' ingrossa alquanto e i capillari divengono meno fitti; si passa così a poco a poco alla mucosa e all' epitelio del segmento inferiore che offrono caratteri del tutto differenti e di cui parleremo fra breve.

La porzione superiore della camera incubatrice tiene la sua faccia interna liscia ad immediato contatto con la superficie pure liscia dell' allanto-corion: osservata in superficie, mostra assai chiaramente la ricca vascolarizzazione già sopra ricordata. Dalla sua parte di mezzo, corrispondente all' inserzione del mesometrio e lungo la quale scorre l' arteria genitale, partono con direzione trasversale parecchi tronchicini arteriosi dai quali, nel mentre si recano verso il segmento inferiore, si staccano le diramazioni che, assumendo varia direzione, si risolvono in una fitta rete capillare a maglie poligonali, più o meno regolari, di svariata grandezza ma generalmente strette. La ramificazione od espansione capillare dei vasi suole avvenire in maniera simile a quella che più innanzi vedremo essere propria dei vasi dell' allanto-corion; poichè un ramo vascolare, dopo aver decorso per un certo tratto conservando un calibro piuttosto grosso ed emettendo dai suoi lati pochi capillari, si risolve quasi subitamente in una fitta rete capillare (Tav. II, Fig. 18). Ad un medesimo territorio capillare possono per altro far capo più vasi. Similmente i rami venosi prendono origine da una fitta rete che può subito seguire a quella dei rami arteriosi. Le vene si raccolgono in rami di sempre maggior volume e raggiungono il mesometrio verso il quale si dirigono. Occorre qui rilevare che, nei preparati visti in superficie, in ciascuna maglia della rete capillare apparisce compresa un' isola di cellule epiteliali, ossia un' isola dell' epitelio di rivestimento della porzione superiore della camera incubatrice (Fig. 18, *e p u*): ciò si spiega ricordando che, come c' insegnarono le sezioni perpendicolari, i capillari, sporgendo verso l' epitelio, vengono a ritrovarsi con esso in un medesimo piano e può dirsi che scorrano in solchi scavati nella sua faccia profonda (Fig. 6-8). La parete endoteliale dei capillari si addossa strettamente alle isole epiteliali e le limita nettamente, per cui sul margine d' ognuna delle medesime si scorgono i nuclei appiattiti caratteristici dell' endotelio. Ogni isola appare poi circondata da uno stretto aloncino chiaro dato dal vano che rimane fra la parete dei capillari che la circondano e la massa degli eritrociti contenuti nel loro lume. Le maglie e conseguentemente le isole sono, come già si accennò, di svariata grandezza, cosicchè da quelle discretamente grandi che comprendono parecchie cellule, si passa a quelle piccolissime che non ne racchiudono che una sola o al massimo due (Fig. 18). Alcune delle isole più grandi sono rotondeggianti e per questa loro configurazione si distinguono da tutte le altre, ma anche esse rappresentano porzioni dell' epitelio di rivestimento e non possono scambiarsi con glandule estremamente schiacciate, delle quali non hanno affatto i caratteri e delle quali ora si riscontrano tracce soltanto agli estremi craniale e caudale delle camere incubatrici. I capillari che compongono la rete non posseggono

tutti lo stesso calibro, giacchè talvolta sono così angusti da non ammettere che uno o due corpuscoli, tal' altra piuttosto ampi (Fig. 18). Le cellule epiteliali delle isole comprese nelle maglie capillari conservano di consueto i loro limiti e viste in superficie appariscono poligonali (esagonali o pentagonali) con citoplasma finamente granuloso, anche se esaminate a fresco, nucleo sferico o leggermente ovalare che misura 7-8 μ e contiene un piccolo nucleolo non sempre bene evidente.

Ancor più interessanti sono i cambiamenti che allo stadio medio mostra la porzione inferiore delle camere incubatrici. Essa a confronto della porzione superiore ha una parete meno sottile, meno riccamente vascolarizzata e ricoperta da un epitelio con caratteri del tutto particolari. Lo spessore della parete della matrice va gradatamente aumentando dall' equatore verso il polo inferiore, e tale aumento si deve, più che ad altro, al maggior sviluppo delle pieghe e alla maggiore altezza a poco a poco acquistata dalle cellule che compongono l' epitelio (Tav. I, Fig. 9 e 16). Gli strati muscolari, sebbene anche qui molto sottili, lo sono alquanto meno che nel segmento superiore e misurano, presi insieme, circa 10 μ di spessore: essi nella parte centrale, corrispondente al ligamento laterale, possono raggiungere complessivamente dai 14 ai 20 μ. L' epitelio di mano in mano che si procede verso il polo inferiore si va facendo gradatamente più alto; comincia infatti dal misurare 15 μ per raggiungere poi 25 μ, finchè verso la parte centrale del segmento inferiore e sulle pliche tocca i 30-35 persino 45, 50, 70, 75 μ, sicchè, quando si passa dal segmento superiore della matrice all' inferiore (Tav. I, Fig. 12), le cellule dell' epitelio, da appiattite che erano, divengono dapprima cubiche e poi cilindriche assai alte (Fig. 11, 10 e 9) con una larghezza di 12-15 μ. Alcune di queste cellule sono più grandi delle congeneri. Ma, oltre alle notevoli dimensioni, altre proprietà ancora caratterizzano le cellule dell' epitelio del segmento inferiore. Mentre ciò che colpisce all' esame del segmento superiore è la ricca rete di capillari, si osserva nei preparati in superficie che questa, fin dalla zona di passaggio fra il segmento superiore e l' inferiore, va a poco a poco diradandosi e sottraendosi ai nostri occhi di mano in mano che ci si avvicina al polo inferiore, ed allora viene invece a colpire l' aspetto affatto peculiare delle cellule epiteliali, le quali anche viste di fronte appariscono molto più grandi, mostrano il citoplasma vacuolizzato e il nucleo voluminoso con nucleolo assai manifesto (Tav. I, Fig. 13 e 16, Tav. II. Fig. 17). Esse formano uno strato continuo, non interrotto apparentemente dai capillari, poichè questi non sporgono più di contro all' epitelio, e la rete vascolare, di gran lunga meno ricca, meno regolare ed a maglie più ampie, può rimanere, laddove l'epitelio tocca la sua maggiore altezza, completamente nascosta sotto di esso. Se al contrario procediamo dal segmento inferiore al superiore, osserviamo che l' altezza delle cellule, assai notevole verso il mezzo del segmento inferiore della camera incubatrice, va diminuendo a mano a mano che ci si avvicina al segmento superiore, sicchè esse a poco a poco divengono cubiche, poi si appiattiscono, perdono l' aspetto vacuolizzato per continuarsi infine con le cellule estremamente appiattite del segmento superiore (Fig. 9-12). Studiate dopo macerazione in alcool al terzo, dissociazione e colorazione con verde di metile o con bruno di Bismarck e chiusura in glicerina, le cellule epiteliali del segmento inferiore, specialmente quelle poste verso il suo centro, in corrispondenza delle

creste, sono assai grandi; isolate appariscono come elementi di varia forma: cilindrici, cilindro-conici, conici, affusati ecc., i quali possono raggiungere un'altezza di 70 μ. Esaminate nelle sezioni perpendicolari alla superficie, le cellule dell'epitelio mostrano citoplasma fortemente vacuolizzato dalla base fin presso l'estremo distale della cellula, dove il citoplasma offre invece l'aspetto di finissimo reticolo (Tav. I, Fig. 9, 10).

Molto istruttivi sono pure i preparati in superficie di lembi del segmento inferiore della camera incubatrice o dell'intiero segmento medesimo, e per intendere bene la disposizione e la struttura dell'epitelio rivestente cotesto segmento, giova cominciare ad esaminarle nella zona di passaggio. Qui, in ispecie, le cellule viste in superficie hanno figura più regolarmente poligonale che non nel segmento superiore, con limiti distinti e netti quasi fossero segnati da una membrana (Tav. I, Fig. 13). Tanto coll'esame a fresco quanto con lo studio di preparati variamente fissati e colorati, si rileva che già nella zona di passaggio le cellule contengono numerosi vacuoli di varia grandezza, alcuni piccoli, altri grandi, di rado grandissimi, i quali sogliono disporsi attorno al nucleo nella zona centrale della cellula. Il citoplasma finamente granuloso circonda a guisa di alone il nucleo e di là invia, verso la periferia, delle trabecole che passano tra i vacuoli e li circoscrivono e si congiungono poi ad uno strato citoplasmatico periferico risultandone un aspetto molto elegante (Fig. 13), oppure le cellule vacuolizzate acquistano un'apparenza spongiosa specialmente se la vacuolizzazione, come succede in alcune di esse, è più regolare e più delicata. Verso il mezzo del segmento inferiore la vacuolizzazione progredisce a tal segno che pochi grossi vacuoli, qualche volta uno o due soltanto, possono occupare l'intiero corpo cellulare, spingendo il nucleo verso la periferia (Tav. II, Fig. 17). Se in alcuni tratti del segmento inferiore le cellule sono vacuolizzate fino al loro estremo distale, devesi per altro notare che non ne mancano di quelle che appariscono invece d'aspetto granuloso massime verso il loro estremo libero, ed, osservando attentamente, anche nel centro del segmento inferiore non tutte le cellule sono alla stessa maniera fortemente vacuolizzate, chè anzi alcune mostrano scarsi e piccoli vacuoli soltanto verso la loro porzione basale; pure nelle pliche centrali si rivengono elementi di cospicue dimensioni (μ 50 - 55 × 20) il cui citoplasma granuloso è poco o punto vacuolizzato. Da quanto sono venuto riferendo sul comportamento dei vacuoli che caratterizzano gli elementi dell'epitelio del segmento inferiore, si arguisce che il processo di vacuolizzazione iniziandosi alla base della cellula, in vicinanza del nucleo, si estende variamente, meno o più, fino ad invadere tutto il citoplasma.

I vacuoli hanno contorno netto e contengono una sostanza fluida non molto rifrangente: nei più grandi sembra di scorgere una sorta di reticolo quasi si componessero di altri vacuoli minori. Circa alla natura della sostanza in essi contenuta è difficile dare un giudizio adeguato; non si riesce a tingerla con i diversi colori plasmatici nè, tanto meno, con quelli nucleari e soltanto di rado, nelle preparazioni ottenute da pezzi precedentemente fissati, vien dato di scorgere entro a qualche vacuolo una sostanza omogenea, dall'aspetto quasi di un globulo vitellino, colorata uniformemente dall'eosina. A prima giunta le cellule in questione si riterrebbero per cellule adipose, contenenti nei loro vacuoli adipe od una sostanza grassa affine all'adipe, ma ben presto ci si persuade del contrario, poichè tale sostanza non dà

le reazioni dei lipoidi, non riduce l' acido osmico e perciò non si annerisce dopo trattamento con liquido di Flemming o di Hermann, mentre per opera dei medesimi reagenti si anneriscono, come dirò a suo luogo, le goccioline adipose che a stadî avanzati compariscono nelle cellule epiteliali del segmento superiore (Tav. II, Fig. 20). Se oltre a ciò si tien conto del fatto che la sostanza dei vacuoli non si colorisce col Sudan III secondo il metodo del Daddi, nè a fresco nè dopo fissazione in liq. di Müller o nei liq. di Flemming e di Hermann, s' avvalora maggiormente l' asserzione che essa non risulta costituita da grasso. Ma quantunque non si giunga ad ottenere una colorazione specifica che riveli la natura della sostanza contenuta nelle cellule o vacuoli, tuttavia importa molto quest' altro fatto che qualora si tingano con bruno di Bismarck le cellule a fresco, dopo macerazione in alcool al terzo e dissociazione, si colorano intensamente dei granuli, alcuni grandetti altri assai minuti, di figura varia, tondeggianti, ovalari od ellissoidali, compresi nel citoplasma o in piccoli vacuoli, mentre assumono una colorazione pallida e uniforme delle gocciole rappresentanti il contenuto dei grandi vacuoli. Ciò indurrebbe ad ammettere che verosimilmente i granuli siano l' iniziale prodotto di secrezione elaborato dalle cellule, e che i medesimi dissolvendosi forniscano la sostanza semifluida o fluida, la quale si raccoglie dapprima in vacuoli piccoli e poi per confluenza di questi in vacuoli più grandi.

Pure il nucleo delle cellule epiteliali del segmento inferiore acquista caratteri particolari e richiede qualche parola d' illustrazione. Provvisto di un nucleolo relativamente grande, assai ben manifesto, esso è sopratutto notevole pel suo volume, poichè raggiunge d' ordinario dai 10 ai 14-15 μ e nelle cellule di maggiori dimensioni arriva a misurare anche 25-30 μ (Fig. 13 e 17). Mentre però vi sono cellule con nucleo di così ragguardevole mole, tra le medesime se ne incontrano altre di piccole dimensioni il cui nucleo scende agli 8 e sino ai 5 μ di diametro. Quanto alla sua forma, il nucleo è sferico od ovoidale oppure è a contorni irregolari mostrando delle angolosità o delle sporgenze ovvero dei brevi prolungamenti diretti nel senso delle trabecole, che si dipartono dall' alone citoplasmatico da cui esso è circondato (v. anche Fig. 9). Qualche cellula contiene due nuclei e qualcuno dei nuclei più voluminosi due nucleoli. I nuclei delle cellule epiteliali del segmento inferiore sono più ricchi di cromatina che quelli delle cellule del segmento superiore, e la sostanza cromatica vi apparisce sotto l' aspetto di granuli più che di reticolo, pochi essendo i filamenti. Anche per i ricordati caratteri del nucleo le cellule dell' epitelio del segmento inferiore si appalesano per elementi secernenti.

Fu già detto che durante lo stadio medio presso gli estremi craniale e caudale della camera incubatrice continuano ad esistere delle glandule, sebbene ridotte a piccoli otricoletti. Negli stadî più avanzati le glandule, maggiormente allontanate l' una dall' altra per il graduale distendersi della parete dell' utero, possono rimanere ancora visibili verso quelle regioni come gruppi di piccoli nuclei stipati e disposti secondo la forma della glandula schiacciata. Le glandule così svuotate e compresse mostrano talvolta un largo lume.

L' allanto-corion, formato dal saldamento della lamina esterna dell' allantoide con l' involucro sieroso, è, come già ci apparve ad un primo esame macroscopico, assai riccamente

vascolarizzato. Le ultime diramazioni dei vasi sanguiferi vi si comportano in maniera da richiamare alla mente la disposizione dei vasi nell' allanto-corion (o nella lamina esterna dell' allantoide) degli Uccelli descritta da Fülleborn (1) e con la quale potei istituire diretti confronti, allestendo preparazioni di lembi di allanto-corion di embrioni di *Gallus*, *Fringilla* e *Lanius*. Nell' allanto-corion del *Gongylus* gli ultimi tronchicini arteriosi sogliono stare di fronte ai primi tronchicini venosi oppure i ramuscoli arteriosi e venosi, andandosi incontro da opposto lato, s' ingranano tra loro per guisa che un ramuscolo arterioso s' inoltra fra due ramuscoli venosi e viceversa. A quel modo che ben dimostrano i preparati in superficie, cotesti ramuscoli, sia arteriosi (ultime diramazioni delle arterie allantoidee), sia venosi (primi rami delle vene allantoidee), si comportano in maniera particolare, poichè ciascuno di essi dopo un certo decorso, lungo il quale emette pochi rami o capillari laterali e mantiene un calibro uniforme, si risolve quasi d' un tratto (Tav. II, Fig. 19) in una fine ed elegante rete capillare, a maglie poligonali strette, regolari, venendo così a formare un proprio territorio capillare che si anastomizza però con i territori circonvicini, onde ne risulta una abbondantissima rete continua con tanti centri per quante sono le espansioni capillari corrispondenti ai ramuscoli delle arterie e delle vene allantoidee. Come si apprende dai tagli che cadono perpendicolari alle due faccie dell' allanto-corion (Tav. II, Fig. 22), i capillari tendono ad assumere in questo una posizione superficiale, per cui sporgono verso l' epitelio od ectoderma dell' involucro sieroso e stanno anzi immediatamente sotto tale epitelio, costituito da un semplice strato di cellule poligonali notevolmente appiattite che si adattano alla parete dei capillari, anche incurvandosi ove ciò occorra. I capillari e le cellule ectodermiche dell' involucro sieroso, tra le quali quelli s' intromettono, vengono perciò a trovarsi quasi nello stesso piano, ed i primi sogliono rimanere coperti soltanto da un' espansione lamellare sottilissima del citoplasma delle seconde. Ne consegue che nelle preparazioni dell' allanto-corion, eseguite con larghi lembi da esaminarsi in superficie, oltre ad una ricca rete capillare, nel medesimo piano e comprese nelle sue maglie, si vedono delle isole di cellule ectodermiche dell' involucro sieroso, cellule appiattite poligonali di cui alcune hanno il nucleo, rotondo od ovalare, più grande, altre più piccolo (Fig. 19, *e p s*). A somiglianza di quanto si notò per la rete del segmento superiore della camera incubatrice, la parete endoteliale dei capillari strettamente si addossa, netti circoscrivendone i limiti, alle isole epiteliali, sul cui margine si scorgono quindi i caratteristici nuclei appiattiti dell' endotelio dei vasi. I capillari hanno un lume relativamente ampio, quantunque i più fini, che ne costituiscono del resto la maggior parte, non ammettano nel senso della propria larghezza che uno o due eritrociti: le maglie della rete, per quanto regolari, non sono tutte della stessa ampiezza, ma alcune più larghe, altre più strette oppure strettissime da non comprendere che una o due cellule ectodermiche al massimo.

Nell' allanto-corion adunque esiste una disposizione vascolare con le medesime apparenze

---

(1) Fülleborn F. Beiträge zur Entwickelung der Allantois der Vögel. *Diss. Berlin 1894.* Si veda anche: Dalrymple J. On the vascular arrangement of the capillary vessels of the allantois and vitelline membranes in the incubated egg. *Trans. Micr. Soc. 1844.*

di quella descritta nella mucosa del segmento superiore della camera incubatrice, ma assai più ricca e regolare. E qui interessa far ben risaltare il fatto che, essendo l' allanto-corion in immediato contatto con il segmento superiore della camera incubatrice, coteste due ricchissime reti vascolari, la materna e la fetale, sono parallele e separate l' una dall' altra soltanto mercè due sottili lamine epiteliali (cioè dall' ectoderma od ectoblasto dell' involucro sieroso e dall' epitelio appiattito che ricopre la faccia interna della porzione superiore della matrice), attraverso alle quali molto facilmente devono compiersi gli scambi osmotici respiratori fra la madre ed il feto, rimanendone così assicurata la vita di questo.

La lamina interna dell' allantoide, esilissima, come sopra si è riferito, applicata in parte sul margine periferico del sacco vitellino e in parte all' amnios, risulta costituita da un rivestimento epiteliale entodermico (epitelio dell' allantoide) e da uno stroma fornito dal foglietto viscerale del mesoderma (foglietto connettivo o vascolare dell' allantoide) (1). Inversamente a ciò che si verifica per la lamina esterna, che concorrendo alla formazione del corion, è riccamente vascolarizzata e serve a mantenere la respirazione dell' embrione, la lamina interna dell' allantoide anche all' esame microscopico si qualifica per la sua scarsa vascolarizzazione. Vi corrono infatti rari tronchicini vasali e i capillari vi formano una rete a maglie amplissime e assai irregolari (Tav. II, Fig. 21); notevole è il fatto che alcuni dei capillari che compongono i lati delle maglie si mostrano strettissimi, in via di obliterazione o di scomparsa, sicchè appariscono come tenuissimi tratti reunienti capillari più grossi. Quando l' allantoide nei giovani embrioni ha le dimensioni di una piccola vescichetta, si mostra uniformemente vascolarizzata, onde anche la sua lamina o parete interna è molto ricca di vasi, ma successivamente, allorchè l' organo si estende nel celoma blastodermico e i vasi allantoidei principali di sinistra, vena e arteria, passano anch' essi sulla lamina esterna per quivi espandersi, la maggior parte delle ramificazioni vascolari della lamina interna scompaiono, e la sua rete capillare diventa molto rada, di secondaria importanza di fronte al predominio acquistato dalla vascolarizzazione della parete esterna che ora compie da sola la funzione della respirazione.

Venendo adesso al segmento inferiore dell' uovo, rispetto al quale si disse che alla sua superficie è ricoperto da una membranella a foggia di calotta facilmente distaccabile, ricordiamo che al disotto di questa si trovano l' involucro sieroso e il lecitoderma saldati insieme e, più profondamente, la parete propria del sacco vitellino, dal lecitoderma separata mediante la fessura perilecitale. L' allantoide, arrestandosi al limite superiore della faccia distale del sacco vitellino (Tav. II, Fig. 24, *al*), non s' intromette tra questo e il lecitoderma, e anche negli stadî più inoltrati, pure accrescendosi maggiormente, essa, al contrario di quanto invece succede nella *Lacerta*, nell'*Anguis*, nella *Vipera* e nel *Tropidonotus*, non giunge mai al polo inferiore a circondare cioè tutta la faccia distale del sacco vitellino, del quale pertanto anche negli stadî più avanzati, sebbene assai ridotto, permane sempre una porzione, coperta dal lecitoderma e dall' involucro sieroso, a far parte della superficie esterna dell' uovo, alla stessa maniera che accade nel *Seps chalcides*.

---

(1) Nella lamina interna dell' allantoide di *Gongylus* non rinvenni cellule muscolari liscie.

La membranella che si distacca dal polo distale e che, separando questo dalla mucosa del segmento inferiore della camera incubatrice, offre sulla sua faccia profonda delle pieghe incastrate fra quelle dell' onfalo-corion, è costituita da una sostanza densa derivata in parte da trasformazione di quella che componeva il guscio e la membrana vitellina ed in più gran parte dal materiale segregato dalle cellule dell' epitelio della mucosa del segmento inferiore. Che vi debba concorrere l' attività di questo epitelio vien dimostrato, oltre che dall' aspetto e struttura particolare delle sue cellule, anche dal fatto che la sostanza è molto aumentata, sicchè in alcuni punti, specialmente verso il centro, la membrana è assai accresciuta di spessore. In mezzo alla detta sostanza che si colora facilmente con l' eosina, si trovano sepolte numerose cellule distaccate e numerosi nuclei in via di disfacimento. Donde derivino questi elementi non ho potuto con precisione stabilire, ma è da ritenersi, pure ammessa per alcuni di essi la derivazione dall' epitelio (ectoderma) dell' involucro sieroso, che provengano per la massima parte dall' epitelio rivestente la mucosa del segmento inferiore. La sostanza segregata dalle cellule di cotesto epitelio e le stesse cellule distaccate e in via di disfacimento devono con ogni verisimiglianza costituire un materiale nutritizio usufruibile dall' uovo che si sviluppa.

Con ciò si accorderebbe appunto quello che adesso maggiormente interessa di mettere in rilievo, ossia l' aspetto e la struttura dell' epitelio dell' involucro sieroso (onfalo-corion) al polo inferiore. Si è già ricordato che qui la sierosa riposa sopra al lecitoderma separato dalla parete propria del sacco vitellino per mezzo della fessura perilecitale. L' ectoderma od ectoblasto dell' involucro sieroso al polo inferiore si caratterizza per l' altezza delle sue cellule; ed invero, specialmente in certi tratti, anzichè da un epitelio piatto viene ad essere costituito da un epitelio cilindrico (Tav. II, Fig. 23, *eps*), le cui cellule molto alte possono talvolta, come ad esempio nelle creste delle pliche, raggiungere dai 50 agli 80 μ. Disposte sopra un semplice strato, le cellule hanno il loro citoplasma più denso e più scuro verso la base dove è situato il nucleo, molto più chiaro invece e finamente reticolato verso la loro porzione distale, per mezzo della quale stanno a contatto con la sostanza (Tav. II, Fig. 23, *x*) interposta fra l' epitelio del corion e quello della mucosa uterina. Esse posseggono pertanto i caratteri di elementi assorbenti e sembrano appunto destinate ad assorbire i materiali nutritizi elaborati dalla mucosa del segmento inferiore della camera incubatrice.

Nel confine tra l' allantoide e la periferia del sacco vitellino, la sierosa di von Bär allorchè, lasciando l' allantoide, sta per gettarsi sul lecitoderma, rimane quasi libera per breve tratto, sicchè se ne possono isolare dei lembetti, i quali esaminati in superficie fanno vedere che tra gli ordinari elementi ectodermici appiattiti ne esistono alcuni più grandi che si distinguono sopratutto per avere un nucleo gigante, di dimensioni assai vistose (1). Subito dopo l' involucro sieroso si salda al lecitoderma.

---

(1) Non saprei stabilire se questi grandi elementi dell' ectoderma dell' involucro sieroso possano riferirsi a quelli che costituiscono il teloderma descritto dal Mehnert nella Tartaruga (*Emys lutaria taurica*) e che furono veduti anche da Schauinsland nello *Sphenodon* e nel Camaleonte. Il telo-

Il lecitoderma dalla sua parte centrale fino alla sua parte periferica risulta costituito da grandi cellule con nucleo assai voluminoso, di figura sferica od ovoidale, con cromatina granulare essendone poca raccolta in delicati filamenti. Queste cellule, da interpretarsi come cellule epiteliali (entodermiche), non posseggono tutte gli stessi caratteri, poichè alcune appariscono cariche di globuli di tuorlo, altre hanno aspetto protoplasmatico non includendo, o soltanto scarsamente, globuli vitellini, altre infine contengono anche ampi vacuoli determinati dalla presenza di gocciole di adipe. Nelle cellule meno cariche di tuorlo, ma che all' incontro sono occupate da una colossale gocciola di adipe, da un colossale vacuolo, il nucleo si trova spinto alla periferia, schiacciato contro la parete della cellula, come facilmente può vedersi tanto nelle sezioni quanto nei preparati in superficie (Tav. II, Fig. 24, 25, 26, *l d*).

Il lecitoderma, che con la sua superficie esterna aderisce all' involucro sieroso, nella sua superficie interna è limitato da cellule vitelline appiattite le quali si seguono fino alla sua parte periferica assottigliata, dove la serie di dette cellule schiacciate o cubiche piega verso la parete distale propria del sacco vitellino, alla quale si uniscono chiudendo così perifericamente la fessura perilecitale (Fig. 24). In corrispondenza del polo distale, laddove esiste la depressione centrale (ombelico ombelicale), il lecitoderma insieme all' involucro sieroso si salda per un' area molto limitata alla parete del sacco vitellino e qui si vede qualche piccolo vaso del sacco vitellino gettarsi sull' onfalo-corion. È in questa regione che l' epitelio dell' onfalo-corion acquista la maggiore altezza. All' ombelico ombelicale rimane ancora qualche traccia di quella formazione descritta col nome di cuscinetto del polo distale negli stadî precoci.

Nello spazio perilecitale si rinviene poca quantità d' una sostanza di aspetto granuloso, la quale deve essere considerata come un liquido albuminoide coagulato sotto l' azione dei fissativi. Vi si rintracciano inoltre un certo numero di piccole cellule libere (Tav. II, Fig. 26, *cl*), di figura più o meno rotondeggiante, con citoplasma spongioso o reticolato, prive di vitello, isolate o riunite in gruppi, simili a quelle che vi si rinvengono anche in *Lacerta*.

Allo stadio medio la parete prossimale del sacco vitellino, studiata sia nelle sezioni sia nei preparati in superficie dopo averla isolata, è rivestita nella sua faccia interna da un epitelio (entoderma vitellino od epitelio della parete prossimale del sacco vitellino) costituito da un semplice strato di cellule che in sezione sono piuttosto appiattite, non più cilindriche alte, quali erano negli stadî precoci, e vedute in superficie si mostrano poligonali di varia forma. Le medesime contengono globuli vitellini di diversa grandezza che vanno dai molto minuti ai discretamente grandi. I vasi vitellini od onfalo-mesenterici s' impiantano, come si disse, nel centro della parete prossimale del sacco vitellino e di là, dividendosi

---

derma fu paragonato allo strato indicato come trofoblasto da Hubrecht e i suoi elementi sarebbero da considerarsi, secondo Schauinsland, come i precursori dell' ectoderma coriale dei Mammiferi (Vedi Schauinsland, l. c., Die Entwickelung der Eihäute der Reptilien und der Vögel).

in un certo numero di tronchicini, si dirigono verso la periferia. Ora all' osservazione microscopica si nota che tra le diramazioni più grandi dei vasi vitellini e specialmente alla periferia della parete prossimale, esiste una rete vascolare di grossi capillari che circoscrivono ampie maglie poligonali irregolari. Perifericamente la rete si continua con i vasi che passano sulla parete distale del sacco vitellino. I capillari della rete vascolare, particolarmente di quella che occupa la periferia della parete prossimale, sono accompagnati da cellule linfoidi.

Anche sulla parete distale del sacco vitellino viene a formarsi una rete vascolare ad ampie maglie di grossi capillari, ma questa aderisce alla massa del deutoplasma ed è in rapporto con le appendici parietali che sorgono dalla parete. La parete distale e le appendici del sacco vitellino vengono rivestite da grandi cellule costituenti l' epitelio della parete distale e delle appendici. Queste grandi cellule vitelline sono cariche di globuli di vitello, alcuni dei quali assai voluminosi, e contengono anche dei vacuoli dovuti a gocciole di adipe. Il loro protoplasma a causa delle rammentate inclusioni diventa reticolato a larghe maglie entro le quali stanno racchiusi i globuli di vitello. Le trabecole delle maglie si congiungono con uno straterello protoplasmatico periferico che si dispone a guisa d' una parete della cellula; d' altra parte si uniscono pure allo scarso protoplasma che circonda il nucleo, piuttosto grande, situato alla base della cellula. Il nucleo, raramente sferico, di solito più o meno schiacciato, per opera della compressione che su di lui le inclusioni esercitano, può prendere svariate forme: semilunare, triangolare ecc. Le cellule che rivestono le appendici riposano direttamente, rivolgendovi la loro base col nucleo, sulla parete dei vasi che ne percorrono l' asse: le medesime corrispondono a quei grossi globuli che nelle appendici, viste nel loro insieme a debole ingrandimento, appariscono a queste attaccati conferendo loro un aspetto bernoccoluto o di rosario, secondo l' espressione di Legge. Tali cellule compiono senza dubbio l' ufficio di assumere e digerire il tuorlo e di assorbire, riversandolo nei vasi, il materiale nutritizio digerito.

Nell' interno della massa vitellina tra le appendici parietali non riscontrai la presenza di cellule vitelline libere, ritrovate invece in *Lacerta* e anche in *Vipera* e *Tropidonotus*.

Dell' amnios dirò soltanto che esso contiene numerose fibre muscolari liscie disposte in varia maniera e anche a gruppi radiati similmente a quanto osservò Fülleborn per l' amnios degli embrioni di pollo: aggiungerò che esse si mantengono evidenti fino agli ultimi stadî.

Ultimi stadî.

Venendo ora agli ultimi stadî, a quelli cioè di uova che hanno raggiunto le dimensioni di mm. 19 nell' asse maggiore e mm. 14 nell' asse minore ed il cui feto, quasi a termine, misura mm. 77-79 di lunghezza massima dall' apice del muso all' estremo della coda, noterò che la parete delle camere incubatrici, particolarmente del loro segmento superiore, è ancor

più distesa e assottigliata, mentre complicandosi si sono accresciute e aumentate di numero le pliche nel mezzo del segmento inferiore, come pure quelle che si dipartono dai contorni laterali della regione centrale per dirigersi in senso trasversale, le quali, divenute discretamente alte, s'inviano molteplici rami anastomotici formando una rete a maglie allungate. Insomma col progredire dello sviluppo le pieghe si fanno più grandi, appaiono più riccamente ramificate, e nelle cellule epiteliali che le ricoprono si accentuano i peculiari caratteri che già conosciamo.

Per i precedenti stadî abbiamo ricordato che la faccia interna del segmento superiore è perfettamente liscia, occorre adesso avvertire che, quando siamo agli ultimi tempi della gravidanza, si sollevano delle leggiere pliche anche verso il segmento superiore della camera incubatrice, le quali decorrono diritte e s' ingranano con altre pliche simili che, come sarà tra poco riferito, salgono dall' allanto-corion. La vascolarizzazione del segmento superiore delle camere incubatrici diviene ancor più ricca.

Esaminando la superficie dell' uovo isolato, si nota che l' allantoide si è maggiormente estesa verso il polo inferiore, mentre il sacco vitellino si è molto ridotto di volume per guisa che ora non misura più di 8-9 mm. di diametro. Ciò non ostante l' allantoide non giunge mai ad abbracciare completamente il sacco vitellino, del quale pertanto al polo distale rimane sempre, sebbene limitata, una porzione della sua superficie scoperta. Ed a questa porzione è addossato, quantunque per l' intermedio del lecitoderma, l' involucro sieroso costituendosi così un onfalo-corion.

L' onfalo-corion si solleva in pliche come negli stadî precedenti, ma ora sorgono pliche sottili e a decorso diritto anche in vicinanza del contorno periferico del sacco vitellino.

Dal polo distale si distacca, come prima, una membranella costituita per gran parte dalla sostanza segregata dall' epitelio della mucosa del segmento inferiore della matrice, alla quale membranella rimangono impigliate molte cellule di diversa forma. Insieme con essa e attaccato al suo contorno si separa pure uno strato di sostanza gelatinosa, che si rigonfia alquanto a contatto della soluzione fisiologica di NaCl e tiene immerse cellule o mucchi di cellule di svariata figura, in via di disfacimento, le quali sono in parte, forse, cellule ectodermiche e in parte cellule dell' epitelio della mucosa.

Il segmento superiore della camera incubatrice, come si è detto, apparisce ora più riccamente vascolarizzato ed all' esame microscopico dei preparati in superficie la rete vascolare sembra più fitta ed i capillari più numerosi e più ampi. Le cellule epiteliali, che costituiscono le isole comprese nelle maglie della rete capillare, sono andate incontro ad alcuni cangiamenti di struttura degni di essere qui menzionati. Il loro citoplasma contiene delle piccole gocciolette d' una sostanza che si annerisce coll' acido osmico rivelando la sua natura adiposa. Queste gocciolette di grasso non raggiungono mai un considerevole volume e tra le più visibili ne sono poi disseminate numerose altre piccolissime a guisa di minutissimi granuli (Tav. II, Fig. 20). Ritengo che tali gocciolette adipose, che compariscono tardivamente, si debbano ad un processo di regressione, a degenerazione grassa, giacchè anche nell' ovidutto (utero) dopo il parto, come dirò più sotto, le cellule dell' epitelio di rivestimento e quelle dell' epitelio delle glandule, similmente a quanto accade pure

nell' ovidutto delle specie ovipare, nella *Lacerta agilis* o *muralis* ad es., dopo la deposizione delle uova, contengono gocciolette di grasso, indizio di un processo regressivo. Non oso istituire confronti col grasso trovato nella placenta materna di Mammiferi (nel qual caso non si tratta di degenerazione) e noto soltanto che non rinvenni grasso nelle cellule dell' ectoderma coriale del *Gongylus*.

Le cellule vacuolizzate dell' epitelio rivestente la mucosa del segmento inferiore si estendono ora per un certo tratto anche su quella regione dove giunge dall' alto l' allanto-corion. Nella parte liscia del segmento inferiore, vicino alla sua regione centrale, prevalgono cellule con grandi vacuoli. Soltanto raramente e nelle cellule meno vacuolizzate s' incontra qualche minuta gocciolетta di adipe, come dimostra il loro trattamento con l' acido osmico, il quale invece non viene ridotto, neanche adesso, dalla sostanza d' altra natura contenuta nei vacuoli.

I rispettivi caratteri delle cellule epiteliali del segmento superiore e di quelle del segmento inferiore si rilevano facilmente e con tutta chiarezza anche quando si esaminino sezioni microtomiche trasverse di coteste parti della camera incubatrice separate a fresco dall' uovo e fissate coi liquidi osmici di Flemming o di Hermann.

Da quanto si è riferito circa alle modificazioni che durante la gravidanza subiscono le cellule del segmento inferiore, risulta che esse acquistano maggiori dimensioni, divenendo molto più alte e più larghe, onde ha senza dubbio luogo una loro ipertrofia: mi mancano dati sufficienti per stabilire se avvenga, come è del resto assai presumibile, anche una moltiplicazione, una iperplasia delle medesime.

Segnatamente nel segmento superiore deve pure verificarsi una rigogliosa nuova formazione di vasi, poichè nei primi stadî siamo ancora ben lontani da quella ricchissima rete capillare che poi si osserva nelle fasi medie ed ultime della gestazione.

Quanto all' apparenze microscopiche dell' allanto-corion, esse variano poco a confronto degli stadî medi; sembra tuttavia che verso gli ultimi tempi i suoi capillari divengano più ampi.

L' onfalo-corion ed il lecitoderma, quantunque siansi ridotti di estensione, mostrano nondimeno caratteri simili a quelli che offrivano durante gli stadî medî, se non che le cellule del lecitoderma, ora assottigliatosi anche verso la sua parte centrale, contengono minor quantità di globuli vitellini o ne sono prive, racchiudendo soltanto gocciole di grasso o mostrandosi di aspetto protoplasmatico. Nella fessura perilecitale esistono ancora, ma in scarso numero, piccole cellule libere, rotondeggianti, prive di vitello. Talvolta il lecitoderma, molto sottile nella sua porzione centrale, è invece discretamente grosso al suo margine periferico. Le cellule che rivestono la superficie, sia distale sia prossimale, della fessura perilecitale, anzichè appiattite, possono essere cubiche o cilindriche basse col loro estremo libero arrotondato. In alcuni tratti l' ectoderma dell' onfalo-corion si mantiene, anche sino agli ultimi tempi, molto alto con cellule dall' aspetto di elementi assorbenti. Alla superficie delle creste dell' onfalo-corion si notano talvolta cellule ectodermiche con grande nucleo oppure con doppio nucleo od anche plurinucleate.

Il sacco vitellino, assai rimpicciolito, ma sempre provvisto di appendici parietali mag-

giormente stipate fra loro, per quanto in parte regredite (1), negli ultimi tempi della gravidanza si prepara ad entrare attraverso il canale del cordone ombelicale (canale del peduncolo cutaneo) nella cavità viscerale del feto, dove alfine viene accolto, come fu constatato da Mingazzini che entro l'addome dei neonati ne trovò racchiuso il residuo, sferico del diametro di 2-3 mm., attaccato per un peduncolo all'intestino. In ciò il *Gongylus* differisce dal *Seps*, poichè entro la cavità addominale dei neonati di cotesta specie non si riscontra alcun resto dell'organo del vitello che insieme agli altri annessi va perduto al momento della nascita.

Sarebbe stato interessante conoscere il modo con cui si effettua il meccanismo di recezione del sacco vitellino nella cavità addominale dei feti di *Gongylus*, per la ragione che deve compiersi alquanto diversamente da quello che io illustrai nella *Lacerta*, nel *Tropidonotus* e nella *Vipera* (2): difatti, mentre qui l'organo ridotto di volume viene da ultimo compreso in una sacca costituita in parte dall'amnios e in parte dalla lamina interna dell'allantoide che giunge fino al polo inferiore dell'uovo, sacca la quale con le contrazioni delle sue pareti agisce molto potentemente sospingendolo verso la cavità addominale, ove dev'essere accolto, nel *Gongylus* essa rimane incompleta, come nel *Seps*, giacchè l'allantoide non giunge mai ad avvolgere completamente la faccia distale del sacco vitellino.

Cordone o funicolo ombelicale.

Cade ora in acconcio parlare del cordone o funicolo ombelicale che nei feti vicini al termine di loro sviluppo misura circa mm. 3, 5 di lunghezza. Entro il canale del cordone ombelicale, ossia entro lo spazio, parte del celoma esterno, delimitato dalla parete del peduncolo cutaneo, sporge ed è contenuta, similmente a quanto si verifica nell'*Anguis fragilis* [H. Virchow (3)], un'ansa dell'intestino medio (4) all'apice della quale s'inserisce

---

(1) Scrive il Legge che i vasi delle appendici sembrano scomparire negli ultimi momenti che precedono la nascita « forse appunto perchè il loro compito, che è quello di assorbire il materiale nutritivo raccolto nel tuorlo, viene a mancare ». Credo che non si debba parlare di una scomparsa assoluta. Io con lo studio delle sezioni ho potuto assicurarmi che, sebbene in parte ridotti, i vasi delle appendici rimangono nel sacco vitellino del *Gongylus* fino al termine dello sviluppo. Ciò concorda col fatto, evidentemente osservato nella *Lacerta*, nell'*Anguis*, nei Coccodrilli e nelle Testuggini, che le appendici e relativi vasi con le cellule vitelline su questi applicate persistono nel sacco vitellino di tali Rettili anche durante parecchio tempo dopo che il medesimo fu accolto nella cavità addominale del neonato e continuano ancora a compiere l'ufficio di digerire e di assorbire il materiale nutritizio fornito dal deutoplasma, di cui le cellule vitelline sono cariche, finchè il sacco vitellino, che pure nel *Gongylus* entra nell'addome, a poco a poco si atrofizza completamente.

(2) Giacomini E. Nuovo contributo alla migliore conoscenza degli annessi fetali nei Rettili. Recezione del sacco vitellino e dell'allantoide nella cavità addominale *Monit. Zool. Ital. Anno IV. Firenze 1893.*

(3) l. c. *Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. LIII.*

(4) Anche negli embrioni di Coccodrillo (Voeltzkow l. c.) un'ansa dell'intestino medio sporge nello spazio delimitato dalla guaina del cordone (peduncolo cutaneo), ma qui il sacco vitellino è sessile all'apice dell'ansa, mancando un peduncolo intestinale. Similmente accade nelle Testuggini.

il peduncolo (peduncolo intestinale) del sacco vitellino (Fig. I, II e III nel testo). Al termine della gravidanza, quando il feto sta per essere partorito, l' ansa intestinale si ritira nella cavità dell' addome ed in questo suo retrarsi deve trascinare con sè il sacco vitellino. Interessa subito notare che il peduncolo vitellino, il quale scorre liberamente insieme ai vasi onfalomesenterici lungo la porzione distale dello spazio circoscritto dal peduncolo cutaneo, è cavo poichè lascia manifestamente vedere per tutta la sua estensione un lume che corrisponde appunto al lume del canale vitellino o canalis vitello-intestinalis (Fig. I, *c v*), il quale col suo estremo distale sbocca nella cavità del sacco vitellino, mentre per mezzo del suo estremo prossimale comunica col lume intestinale (ombelico intestinale).

Fig. 1 — Sezione trasversa del tratto distale del cordone ombelicale di un embrione di *Gongylus ocellatus* a medio grado di sviluppo. Semischematica. Ingrand. diam. 55.

c, spazio (celoma esterno) delimitato dalla parete del peduncolo cutaneo; *cv*, canale vitellino (canalis vitello-intestinalis); *av*, *vv*, arteria e vena vitelline od onfalo-mesenteriche; *pa*, peduncolo allantoideo; *aa*, *aa'*, arterie allantoidee destra e sinistra; *va*, *va'*, vene allantoidee destra e sinistra.

Il canale vitellino non è di calibro uniforme in tutta la sua lunghezza, ma invece alquanto ristretto ai suoi due estremi, un poco più largo nel suo tratto di mezzo: esso ha la sua superficie interna rivestita da un epitelio semplice cubico che da una parte si continua con l' epitelio della parete prossimale del sacco vitellino, dall' altra con l' epitelio di rivestimento dell' intestino. Il suo lume rimane sempre vuoto e non accade mai di ritrovarvi del materiale deutoplasmatico che per la sua via passi all' intestino. Il canale vitellino nei feti di *Gongylus* si conserva bene evidente per lungo tempo, certamente fino al termine della gestazione e forse persiste per qualche tempo nei neonati, se teniamo conto del fatto che in questi il Mingazzini trovò il resto del sacco vitellino attaccato mediante un corto peduncolo all' intestino (1). A tale riguardo, data appunto la esistenza del canale vitellino sino alla nascita, i feti di *Gongylus* mostrerebbero una condizione simile a quella degli Uccelli, dove si verifica costantemente la conservazione del predetto canale. Giova rammentare che un canale vitellino s' incontra invece assai di rado negli embrioni di altri Rettili, Saurî ed Ofidî, a causa della sua precoce atrofia e completa scomparsa, che naturalmente ha per conseguenza la perdita della connessione del sacco vitellino coll' intestino. Ne fu dichiarata la mancanza da Volkmann (2) e Rathke (3) nel *Tropidonotus*, da Emmert e Hochstetter (4) nella *Lacerta*,

(1) Aggiungo che io trovai inserito all' intestino medio un tenue residuo del sacco vitellino in un piccolo *Gongylus* raccolto circa tre mesi dopo la nascita.

(2) Volkmann A. G. De colubri natricis generatione. *Lipsiae 1834.*

(3) Rathke H. Entwicklungsgeschichte der Natter. *Königsberg 1839.*

(4) Emmert und Hochstetter. Untersuchung über die Entwicklung der Eidechsen in ihren Eiern. *Arch. für die Physiologie* von Reil und Autenrieth. *Bd. 10.*

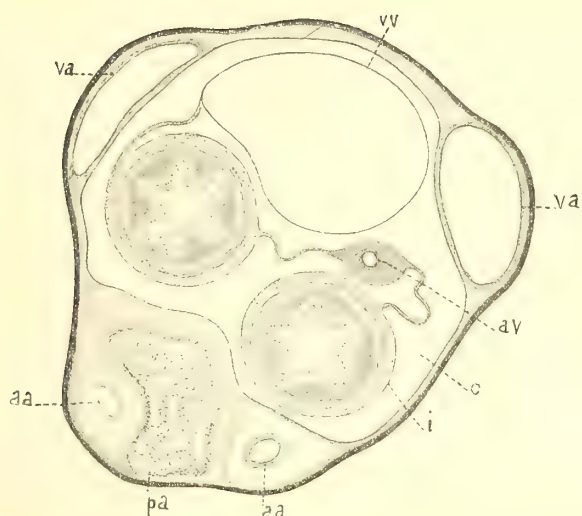



Fig. II — Sezione trasversa del tratto di mezzo del cordone ombelicale dello stesso embrione. Semischematica. Ingrand. diam. 55.

i, taglio trasverso dei due rami dell' ansa intestinale sporgente nel celoma esterno; i due rami sono collegati tra loro per mezzo di un mesenterio nel mezzo del quale scorre l' arteria vitellina, *av*; la vena vitellina, *va*, molto ampia è attaccata per un mesenterio al ramo discendente dell' ansa intestinale. Le altre lettere come nella Fig. I.

questo punto di vista ripete una condizione perfettamente simile a quella sopradescritta del *Gongylus*.

Il peduncolo vitellino, come dimostra la Fig. I, è accompagnato da un' arteria onfalo-mesenterica *a v* (arteria onfalo-mesenterica impari) che più prossimalmente scorre nel mesenterio (Figura II, III, *a v*) dell'ansa intestinale sporgente nel lume del peduncolo cutaneo, e da una cospicua vena onfalo-mesenterica *v v*, di gran lunga più ampia dell' arteria, che nel suo tratto prossimale si da me (1) nella *Vipera*, mentre H. Virchow non potè con sicurezza persuadersi della sua presenza in *Anguis fragilis*. Io (1) ricercandolo negli embrioni di *Tropidonotus natrix* in alcuni non lo trovai affatto, in qualche altro all' incontro ne rinvenni soltanto dei resti, essendo il canale vitellino rappresentato interrottamente per qualche breve tratto da uno stretto tubo rivestito all' interno da un semplice strato di elementi epiteliali bassi. Notevole d' altro canto è la persistenza, da me constatata, del canale vitellino sino agli stadî più avanzati di sviluppo anche nel *Seps chalcides* che sotto

Fig. III — Sezione trasversa, leggermente obliqua, del cordone ombelicale dello stesso embrione, presso l' inserzione del peduncolo cutaneo alla parete addominale (ombelico cutaneo). Semischematica. Ingrand. diam. 55. Le due vene allantoidee destra e sinistra, *va*, *va'*, si uniscono in una unica vena, *vai*. Le altre indicazioni come nelle Fig. precedenti.

(1) Giacomini E. Nuovo contributo alla migliore conoscenza degli annessi fetali nei Rettili. Recezione del sacco vitellino e dell' allantoide nella cavità addominale. *Monit. Zool. Ital. Anno IV. Firenze 1893.*

attacca per mezzo di un mesenterio al ramo discendente dell' ansa intestinale. Una disposizione consimile dell' arteria e della vena vitellina si ha pure nei feti di *Seps*. Ma a questo proposito i vasi onfalo-mesenterici in *Gongylus* e *Seps* si comportano diversamente che negli altri Saurî e negli Ofidî, dove arteria e vena vitellina sono comprese entro una comune tunica muscolare, discretamente spessa, costituita da due strati di fibre liscie longitudinali e trasversali.

Interessa pure rilevare che, compreso nello spessore della parete del peduncolo cutaneo (1), si vede fino agli ultimi momenti della gravidanza il peduncolo allantoideo, uraco (Fig. I, II, III, *p a*), che mantiene una stretta comunicazione tra la vescica urinaria e l' allantoide: esso è rivestito nella sua faccia interna da un caratteristico epitelio simile a quello della vescica e contiene nella sua parete, al disotto della mucosa, un evidente strato di fibre muscolari liscie longitudinali. Il peduncolo allantoideo è accompagnato dalle due arterie allantoidee (arterie ombelicali) che gli corrono ai lati (Fig. I, II, III, *a a*, *a a'*) e sembrano come contenute in due spazi speciali (forse spazi linfatici), essendo circondate da scarso connettivo embrionale. Infine comprese nello spessore della parete del peduncolo cutaneo scorrono due vene allantoidee (vene ombelicali) *v a*, *v a'*, destra e sinistra, che poi nella regione in cui il peduncolo s' inserisce alla parete addominale dell' embrione, ossia nell' ombelico cutaneo, si uniscono in una sola vena (Fig. III, *v a i*), corrispondente alla vena allantoidea sinistra che prima, nel giovane embrione, correva lungo la parete laterale sinistra del corpo e che poi si sposta sempre più verso la linea di mezzo per venire a giacere nel mesenterio epatico ventrale, mentre l' omologa di destra scompare (2).

Cumuli linfoidi nella parete prossimale del sacco vitellino.

Per quanto concerne la parete prossimale del sacco vitellino, occorre rilevare un' altra particolarità degna di nota e non ancora segnalata nè per altri Rettili nè per gli Uccelli: la presenza di numerosi cumuli di cellule linfoidi nella parete prossimale del sacco vitellino di embrioni già molto avanzati nello sviluppo. I detti cumuli sono intimamente connessi con le diramazioni dei vasi vitellini, segnatamente delle arterie, alla cui parete aderiscono o soltanto da un lato di essa o circondandola a guisa di manicotto; nei tagli microscopici perpendicolari appariscono a lato od attorno alle sezioni trasverse dei vasi. Osservando in superficie lembi della parete prossimale del sacco vitellino con tali cumuli linfoidi, par quasi di avere sott' occhio le arteriole della milza con i relativi corpuscoli di Malpighi

(1) Nella parete del peduncolo cutaneo mancano fibre muscolari liscie, che invece esistono con direzione longitudinale e trasversale nella parete del cordone ombelicale di *Lacerta*, di *Tropidonotus* e di *Vipera* e che compiono un importante ufficio nel meccanismo di recezione del sacco vitellino.

(2) Per le modificazioni a cui vanno incontro le vene ombelicali primitive allorchè perdono il loro sbocco nel seno venoso ed entrano in connessione con la rete venosa del fegato, si vegga Hochstetter F., Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Venensystems der Amnioten, *Morpholog. Jahrb. Bd. XVII, 1891*, e Die Entwickelung des Blutgefässsystems, in: *Handbuch der vergl. und exper. Entwickelungslehre der Wirbeltiere, herausg. von* O. Hertwig, *Jena 1903.*

(Tav. II, Fig. 27). È però da avvertirsi che queste speciali formazioni linfoidi, le quali cominciano a comparire già verso gli stadî medî di sviluppo, offrono grandi variazioni, sia quanto al numero e alla distribuzione, sia quanto alle loro dimensioni. È noto che il Budge (1) descrisse nella parete prossimale (nell' area vascolare) del sacco vitellino degli embrioni di pollo un sistema di vasi linfatici; è probabile che vasi linfatici esistano anche nella parete prossimale del sacco vitellino dei Rettili e che nel caso del *Gongylus* gli accumuli di cellule linfoidi, come pure le cellule linfoidi sparse lungo il cammino delle diramazioni dell' arteria vitellina, stiano in rapporto col ricordato sistema linfatico. D' altro canto, esaminando la parete prossimale del sacco vitellino di taluni Uccelli, mi fu dato d' osservarvi qualche cosa che potrebbe riportarsi agli accumuli linfoidi descritti nel *Gongylus:* infatti nella parete prossimale del sacco vitellino di embrioni di pollo e di *Lanius*, lungo alcuni rami dei vasi sanguigni che formano la rete vascolare, ritrovai di tratto in tratto un certo numero di cellule linfoidi costituenti talvolta dei veri accumuli, quantunque di piccole dimensioni.

Degli ovidutti dopo il parto.

Date le notevoli modificazioni che l' utero subisce durante la gravidanza, sarebbe stato interessante conoscere le sue apparenze dopo il parto ed i processi pei quali esso riprende la struttura dello stato di riposo. Ma a questo proposito non posso riferire che delle osservazioni frammentarie, mancandomi un' adeguata raccolta di materiale. La serie degli uteri post partum capitatimi in esame non comincia subito dopo la deposizione dei feti, ma qualche giorno dopo la medesima, senza poterne stabilire con precisione la data (2). Comunque, la restituzione allo stato di riposo avviene certo più rapidamente che nel *Seps chalcides*. Nell' utero qualche giorno dopo il parto si distinguono sempre con facilità le regioni corrispondenti alle esistite camere incubatrici: esse si mostrano come brevi tratti slargati di figura ovalare od affusata, a guisa cioè di piccoli rigonfiamenti fusiformi dell' utero, e caratterizzati da un colorito roseo o rosso leggermente tendente al bruno e dalla ricchezza di vasellini sanguiferi, che risaltano alla superficie esteriore e, procedendo dal margine mediale, decorrono nel senso della larghezza dei predetti tratti dell' utero.

All' esame microscopico delle sezioni trasversali delle matrici dopo il parto si nota che verso il loro lume, più ampio che nell' utero allo stato di riposo, sporge quella parte dello strato muscolare interno e del connettivo della mucosa, corrispondente al lato del mesometrio, nella quale scorrono i grossi tronchi vascolari, il cui calibro è ancora cospicuo. La mucosa presenta pieghe più larghe ed è notevolmente più vascolarizzata che allo stato di riposo: numerosi sono i capillari situati immediatamente sotto all' epitelio rivestente la faccia interna delle matrici. Quest' epitelio che, all' epoca in cui potei esami-

---

(1) Budge A. Ueber ein Kanalsystem in Mesoderm von Hühnerembryonen. *Archiv. für Anat. und Physiol. Anat. Abt. 1880.*

(2) Gli ovidutti post-partum presi in esame furono raccolti il 4 e il 6 di Agosto.

narlo, era già tornato ad essere basso nella regione corrispondente al segmento inferiore della matrice, dove durante la gravidanza si trasforma in un caratteristico epitelio assai alto, mostra in certi tratti le sue cellule cariche di gocciolette adipose, annerite dall' acido osmico nei tagli di pezzi precedentemente fissati con liquido di Flemming o di Hermann. Similmente cellule con gocciolette adipose si scorgono anche nell' epitelio delle glandule, le quali adesso nella tunica propria della mucosa appariscono più rade che nell' ovidutto al momento della discesa delle uova. Sebbene meno frequentemente, anche negli strati della tunica muscolare si notano piccole raccolte di gocciolette adipose, da mettersi indubbiamente in rapporto con processi degenerativi che colpiscono parte delle fibre muscolari liscie. Che non ostante la enorme distensione con la quale gli strati muscolari contribuiscono all' ampliamento del lume delle camere incubatrici, essi vadano soggetti ad una ipertrofia e ad una iperplasia dei loro elementi, mi pare provato dall' essere quegli strati dell' utero dopo il parto più grossi e l' esterno di essi più fortemente ripiegato che allo stato di riposo.

Talvolta, in qualche tratto od anche in buona estensione dell' antica camera incubatrice, ha luogo un notevole deposito di pigmento bruno scuro, sia nel connettivo della mucosa, sia anche nel connettivo tra gli strati muscolari.

Un particolare da non tacersi si è che nella parete dell' utero dopo il parto compariscono delle cellule granulose di varia forma, tondeggiante, ovale, fusata o talvolta con brevi prolungamenti, che risiedono così nel connettivo della mucosa come in quello tra gli strati muscolari. Il loro citoplasma contiene numerosi granuli, piccoli, rotondi, che si colorano assai intensamente con violetto di genziana nei preparati fissati in liq. di Flemming o di Hermann. Queste peculiari cellule, che non si ritrovano nè prima nè durante la gravidanza, hanno tutto l' aspetto di Mastzellen con le quali ritengo che debbano identificarsi.

Riassunto.

Riassumendo le cose dette intorno alla maniera di gestazione e agli annessi embrionali del *Gongylus ocellatus*, mi riferirò principalmente ai rapporti tra l' ovidutto (utero) e le uova che dentro di esso compiono il loro sviluppo.

Nell' ovidutto del *Gongylus ocellatus*, come in quello di *Seps* e dei Saurî in genere, si distinguono varie regioni: l' imbuto, la tuba, l' utero e la porzione terminale o vagina.

La mucosa dell' ovidutto, allo stato di riposo o vicino ad accogliere le uova, è rivestita da un epitelio vibratile basso in corrispondenza dell' ostio addominale e dell' imbuto o padiglione della tuba, da un epitelio cilindrico vibratile alto, lungo il tratto ristretto che costituisce la tuba propriamente detta, dove la mucosa si solleva in fitte e sottili pliche longitudinali e dove alle cellule vibratili s' intercalano regolarmente cellule mucipare. La mucosa della tuba, specie nell' ultima porzione di questa, contiene piccoli otricoli glandulari.

Nella regione corrispondente all' utero la mucosa con delicate pieghe longitudinali,

poco elevate, discretamente ampie e non molto numerose, mostra la superficie coperta da un epitelio vibratile unistratificato, piuttosto basso, e nella sua tunica propria contiene poche e piccole glandule otricolari semplici scarsamente ramificate, le quali si aprono di solito nel fondo o fornice delle pieghe. Gli abbondanti vasi sanguigni della mucosa giungono a formare una ricca rete al disotto dell' epitelio di rivestimento, talchè la parte più superficiale del connettivo, sulla quale giace l' epitelio, acquista per la presenza di numerosi capillari l' aspetto di uno strato spongioso. Alla mucosa segue la tunica muscolare composta di due strati di fibre liscie: uno interno circolare e l' altro esterno longitudinale, ed infine il sottile rivestimento peritoneale. Lo strato muscolare longitudinale molteplicemente ripiegato su sè stesso, nell' ovidutto allo stato di riposo, dà luogo alle fine creste che percorrono nel senso della lunghezza la superficie esteriore dell' organo,

La parete dell' utero, allorchè vengono in esso accolte le uova, subisce un' enorme distensione in corrispondenza di ogni camera incubatrice di guisa che si assottiglia straordinariamente e i due strati muscolari si riducono a due esilissime membranelle sovrapposte, l' interna delle quali è di regola più sottile dell' esterna.

La mucosa dell' utero subisce notevoli modificazioni di struttura coll' iniziarsi e col progredire della gravidanza.

Non si scorgono differenze di struttura fra i due segmenti di ogni camera incubatrice se si esaminano allorchè l' uovo è di recente sceso nell' utero, e la faccia interna della camera incubatrice è perfettamente liscia tanto nel segmento superiore quanto nel segmento inferiore.

Le differenze tra i due segmenti e le modificazioni strutturali della mucosa uterina cominciano a manifestarsi in stadî meno precoci, quando l' embrione ha raggiunto la lunghezza di mm. 3-3,5.

L' uovo, appena sceso nell' utero, si trova circondato da un guscio sottilissimo, rappresentato da una membranella trasparente omogenea, di struttura non fibrosa, fornitagli dalle glandule della mucosa dell' ovidutto. Questo guscio si applica intimamente all' esile membrana vitellina con la quale forma un tutt' uno, che ben presto si lacera e si raccoglie coi suoi resti al polo inferiore.

Negli stadî medî e in quelli avanzati della gravidanza di *Gongylus ocellatus* si è principalmente constatato che esiste una sorta di placenta vitellina, costituita dalle due parti fondamentali delle quali si compone ogni formazione placentare, l' una fetale od assorbente (placenta fetale), l' altra materna o secernente (placenta materna).

In conseguenza di ciò il segmento superiore della parete delle camere incubatrici, quello cioè rivolto verso l' inserzione del mesometrio e che sta a contatto col polo animale dell' uovo, offre una struttura assai diversa dal segmento opposto od inferiore che è in rapporto col polo vegetativo. La prima porzione, ossia il segmento superiore, è assai sottile, ricchissimamente vascolarizzata e ricoperta di un epitelio costituito da una semplice serie di cellule non più vibratili, estremamente appiattite, che riposano direttamente sopra la parete endoteliale dei capillari sanguiferi, i quali, al disotto della lamina epiteliale e spor-

gendo verso di questa in modo da intromettersi anche tra le sue cellule, formano un' abbondantissima e fitta rete, a maglie poligonali, più o meno regolari, di svariata ampiezza ma generalmente strette, in ciascuna delle quali apparisce compresa un' isola di cellule epiteliali, ossia un' isola dell' epitelio uterino della porzione superiore della camera incubatrice. Nel citoplasma delle cellule epiteliali di questa porzione compariscono tardivamente delle piccole gocciolette di grasso. La sua superficie è liscia e sta in immediato contatto con la superficie pure liscia dell' allanto-corion che avvolge il segmento superiore dell' uovo. Soltanto tardivamente sorgono pliche sottili e a decorso diritto anche sull' allanto-corion in vicinanza del contorno periferico del sacco vitellino, le quali s' ingranano con altre pliche simili sollevatesi dalla parte periferica del segmento superiore della camera incubatrice.

All' incontro la porzione inferiore delle camere incubatrici ha una parete meno sottile, meno riccamente vascolarizzata, ricoperta da un epitelio costituito da grandi cellule non vibratili, con nucleo voluminoso e con citoplasma fortemente vacuolizzato dalla base fin presso l' estremo distale del corpo della cellula, dove il citoplasma offre invece un aspetto di finissimo reticolo. L' altezza di queste cellule, assai notevole verso il mezzo del segmento inferiore della camera incubatrice, va diminuendo a mano a mano che ci si avvicina al segmento superiore, sicchè esse a poco a poco divengono cubiche, poi si appiattiscono, perdono l' aspetto vacuolizzato per continuarsi infine con le cellule estremamente appiattite dell' epitelio uterino che riveste il segmento superiore. L' epitelio uterino del segmento inferiore della camera incubatrice si trasforma adunque in una superficie epiteliale secernente. Sebbene non possa darsi un giudizio adeguato circa alla natura della sostanza contenuta nei vacuoli delle sue cellule, è tuttavia da escludersi che essa risulti costituita da grasso.

La mucosa del segmento inferiore della camera incubatrice si solleva in pliche non molto alte, varie per numero e per disposizione, le quali s' ingranano con pliche e villosità dell' involucro sieroso che, saldato al lecitoderma sottostante, viene a formare un onfalo-corion ricoprente il polo distale del sacco vitellino. Si costituisce in tal maniera una placenta vitellina con una porzione fetale e una porzione materna. Ma qui il contatto fra l' involucro-sieroso (onfalo-corion) e la mucosa dell' ovidutto, pur stabilendosi una reciproca adesione a causa della quale il segmento inferiore della matrice meno agevolmente del superiore si separa dalla superficie dell' uovo, non è immediato poichè s' interpone fra loro una sostanza densa, derivata, in parte, da trasformazione di quella che componeva il guscio e la membrana vitellina ed, in più gran parte, dal materiale segregato dalle cellule dell' epitelio della mucosa del segmento inferiore. La detta sostanza costituisce un materiale nutritizio e tiene impigliate numerose cellule e nuclei in via di disfacimento, provenienti per la massima parte dall' epitelio del segmento inferiore.

Tanto nel segmento superiore quanto nell' inferiore della camera incubatrice, la mucosa dell' utero, così profondamente modificata, non lascia più scorgere alcuna traccia di glandule, le quali invece, quantunque assai ridotte di volume, si veggono ai due estremi craniale e caudale di ciascuna camera incubatrice, dove le modificazioni della mucosa sono meno accentuate.

I cambiamenti, ai quali la mucosa va soggetta, si effettuano a poco a poco col progredire della gestazione, sicchè nei primi tempi dello sviluppo, la struttura dell'epitelio, segnatamente nel segmento inferiore della camera incubatrice, assai differisce da quella che si osserva in stadî più avanzati, non essendo le cellule molto alte e non ancora vacuolizzate.

L'allanto-corion del segmento superiore dell'uovo è assai riccamente vascolarizzato. I ramuscoli vascolari, sia arteriosi (ultime diramazioni delle arterie allantoidee), sia venosi (primi rami delle vene allantoidee), vi si comportano in maniera particolare, poichè ciascuno di essi dopo un certo decorso, lungo il quale emette pochi rami o capillari laterali, si risolve d'un tratto iu una fine ed elegante rete capillare, a maglie poligonali, strette, regolari, e dall'insieme dei vari territori risulta poi un'abbondantissima rete continua con tanti centri per quante sono le espansioni capillari corrispondenti ai ramuscoli delle arterie e delle vene allantoidee. La parete endoteliale dei capillari sta immediatamente sotto l'epitelio od ectoderma dell'involucro sieroso costituito, nell'allanto-corion, da un semplice strato di cellule poligonali notevolmente appiattite, verso le quali i capillari sporgono intromettendosi anche fra di esse. Per conseguenza nelle maglie della ricca rete capillare appariscono comprese delle isole di cellule ectodermiche dell'involucro sieroso. Nell'allanto-corion esiste una disposizione vascolare con le medesime apparenze di quella che possiede la mucosa del segmento superiore della camera incubatrice. Per tal modo coteste due ricchissime reti vascolari, la materna e la fetale, sono tra loro parallele e separate l'una dall'altra soltanto mercè due lamine epiteliali (cioè dall'ectoderma coriale e dall'epitelio appiattito che ricopre la faccia interna della porzione superiore della camera incubatrice), attraverso alle quali molto facilmente devono compiersi gli scambî respiratorî.

L'allandoide non giunge mai ad abbracciare completamente il sacco vitellino, del quale pertanto al polo distale rimane sempre, anche negli ultimi stadî, per quanto limitata, una porzione della sua superficie scoperta. Ed a questa porzione è addossato, sebbene per l'intermedio del lecitoderma, l'involucro sieroso costituendosi un onfalo-corion. L'epitelio od ectoderma dell'onfalo-corion risulta di cellule meno appiattite, le quali anzi in certi tratti, segnatamente nelle pliche e villosità, divengono cilindriche molto alte ed assumono i caratteri di elementi assorbenti che sembrano appunto destinati ad assorbire (placenta fetale) i materiali nutritizi elaborati dalla mucosa (placenta materna) del segmento inferiore, corrispondente, della camera incubatrice.

Nelle uova di *Gongylus ocellatus* e anche di *Seps chalcides*, come in quelle di altri Saurî (particolarmente *Lacerta*) e in quelle degli Ofidî (*Tropidonotus*, *Vipera*), al polo inferiore trovasi un lecitoderma, cioè uno strato entodermico vitellino contenente tuorlo, situato subito al disotto dell'involucro sieroso e separato dalla parete propria distale del sacco vitellino per mezzo della fessura perilecitale nella quale si rinvengono cellule libere.

Circa alla costituzione del cordone o funicolo ombelicale, è notevole l'esistenza di un vero e proprio peduncolo vitellino (peduncolo intestinale), accompagnato dai vasi onfalo-mesenterici, il quale contiene sino agli ultimi tempi dello sviluppo un canale vitellino (canalis vitello-intestinalis).

Un' altra particolarità degna di nota, e non ancora segnalata nè per altri Rettili nè per gli Uccelli, si è la presenza di numerosi cumuli di cellule linfoidi nella parete prossimale del sacco vitellino di embrioni già molto avanzati nello sviluppo, cumuli intimamente connessi con le diramazioni dei vasi vitellini, segnatamente delle arterie, alla cui parete aderiscono o soltanto da un lato di essa o circondandola a guisa di manicotto.

Confronto della maniera di gestazione del *Gongyls ocellatus* con quella di *Trachydosaurus* e *Cyclodus*.

Già fino dal 1885 Haacke (1) riferì brevemente sopra ad una maniera di gestazione uterina in due specie perfettamente vivipare di Lacertilii australiani, *Trachydosaurus asper* e *Cyclodus Boddaertii*, appartenenti pure alla famiglia degli Scincidi. Sebbene le osservazioni, eseguite più particolarmente in *Trachydosaurus*, siano soltanto macroscopiche e molto limitate, tuttavia le poche notizie fornite dall' Haacke bastano per farci ritenere la maniera di gestazione dei predetti Lacertilii molto simile a quella di *Gongylus*. Anche in essi gli embrioni, orientati come nel *Gongylus*, si sviluppano nell' ovidutto slargato e convertito in utero, senza che l' uovo sia circondato da involucri speciali, primari o secondari. Della membrana vitellina saldatasi ben presto al chorion se ne riscontrano appena traccie negli stadî tardivi. Vi si trova tuttavia un rudimento di guscio poco esteso, situato di lato all' uovo tra il sacco vitellino e la parete dell' utero che lo ha segregato. I vasi sanguigni dell' utero, dai tronchi principali decorrenti lungo il lato mediale del medesimo, si dirigono al punto della parete uterina che è più vicino al rudimento discoidale del guscio. Similmente avviene per i vasi del sacco vitellino, essendo anche questi diretti verso quel centro. La rete capillare destinata alla gestazione è pertanto separata dal sacco vitellino per mezzo del rudimento del guscio facilmente lacerabile.

Sebbene l' Haacke su questo punto non si esprima esplicitamente, sembra nondimeno certo che anche in *Trachydosaurus* e *Cyclodus* l' allantoide non giunga mai ad avvolgere completamente il sacco vitellino nella sua faccia distale e, date le somiglianze sopra ricordate, è anche probabile che ne risulti, per il costituirsi di un onfalo-corion, la formazione di una placenta vitellina in rapporto con il segmento inferiore della camera incubatrice, il quale perciò offrirà una struttura molto diversa dal segmento superiore che sta invece a contatto con l' allanto-corion, come dimostrammo per il *Gongylus*.

Confronto della maniera di gestazione del *Gongylus ocellatus* con quella di *Seps chalcides*.

I rapporti generali delle uova di *Gongylus* con l' utero grandemente somigliano a quelli che si verificano tra le uova e l' utero di *Seps chalcides* (2). Anche in questo scincide le

(1) Haacke W. Ueber eine neue Art uterinaler Brutpflege bei Reptilien. *Zool. Anzeiger, VIII Jahrg. Leipzig 1885.*

(2) Giacomini E. Materiali per la storia dello sviluppo del *Seps chalcides. Monit. Zool. Ital. Anno II. Firenze 1891.*

uova compiono il loro sviluppo nell' ovidutto che funziona da utero, senza rimanere circondate da involucri nè primari nè secondari. La membrana vitellina ed il guscio sottilissimo fatto di sostanza omogenea, di struttura non fibrosa, ben presto si lacerano e si raccolgono al polo inferiore interponendosi tra la faccia distale del sacco vitellino e la parete del segmento inferiore della camera incubatrice. L' allantoide, per quanto si accresca verso il polo vegetativo, non arriva mai ad abbracciare completamente la faccia distale del sacco vitellino, onde anche in uova presso al termine del loro sviluppo permane, sebbene assai ridotta, una porzione della superficie esterna dell' uovo formata dal sacco vitellino e coperta dall' involucro sieroso saldato al lecitoderma. Nel *Seps*, in correlazione con una assai minore provvista di deutoplasma, l' allanto-chorion, che sta ad immediato contatto con il segmento superiore della camera incubatrice, forma una placenta fetale allantoidea localizzata al polo animale, la quale è molto più estesa e molto più importante dal punto di vista fisiologico della placenta fetale vitellina formata al polo inferiore dell' uovo dall' onfalo-corion, la quale si sviluppa tardivamente e rimane rudimentale. L' allanto-corion nella regione placentare si solleva in numerose prominenze a guisa di papille o di villosità molto vascolarizzate e rivestite da un alto epitelio cilindrico con le qualità di un epitelio assorbente, le quali s' ingranano con altre simili papille o villosità che si sviluppano dalla regione placentare del segmento superiore della camera incubatrice, e sono rivestite da un epitelio unistratificato i cui elementi di forma cilindrica hanno l' aspetto di elementi secernenti e molto differiscono da quelli delle altre regioni della matrice.

Dall' onfalo-corion sorgono alcune piccole pliche o villosità che s' incastrano con altre simili pliche o villosità venute dalla faccia interna della corrispondente regione del segmento inferiore della camera incubatrice. L' epiblasto od ectoderma dell' onfalo-corion sopra una buona estensione del polo vegetativo, ossia laddove trattasi della placenta vitellina, si presenta ispessito con elementi cilindrici molto alti ed a contenuto chiaro, che hanno perciò l' aspetto di elementi assorbenti. Anche nel *Seps* la regione di mezzo del segmento inferiore della matrice possiede una rete capillare meno ricca ed è rivestita, negli stadî discretamente avanzati della gravidanza, da un epitelio unistratificato caratteristico, perchè fatto di cellule molto grandi, cubiche o cilindriche con citoplasma vacuolizzato, quantunque non così riccamente come in *Gongylus*, provviste di un nucleo sferico od ovoidale assai voluminoso, le quali hanno l' aspetto di cellule secernenti. La placenta vitellina di *Gongylus* è più sviluppata e più estesa di quella di *Seps*.

In tutta la rimanente regione, compresa tra le due formazioni placentari, la sottile parete della camera incubatrice è liscia e provvista di una ricchissima rete vascolare simile e con gli stessi rapporti della rete vascolare del segmento superiore della matrice di *Gongylus*. D' altro canto nella parte liscia dell' allanto-corion si ha una rete capillare con le medesime apparenze di quella della parte liscia della matrice e perfettamente uguale all' altra descritta per l' allanto-corion di *Gongylus*. Le due ricchissime reti vascolari, materna e fetale, sono parallele e separate l' una dall' altra soltanto per mezzo di due sottili lamine epiteliali applicate a giusto contatto, l' ectoderma dell' involucro sieroso e l' epitelio appiattito che ricopre la faccia interna della camera incubatrice nella surricordata regione.

Confronto della maniera di gestazione delle specie precedenti con quella di *Anguis fragilis*, *Vipera aspis* e *Coronella austriaca*.

Per questo confronto, oltre a quanto già riferii in una mia nota come contributo alla migliore conoscenza degli annessi embrionali dei Rettili (1) e in un mio lavoro sull' ovidutto dei Sauropsidi (2), devo aggiungere i risultati di nuove osservazioni su preparati in superficie ottenuti distendendo in larghi lembi gli annessi embrionali e le pareti delle camere incubatrici a vari tempi della gravidanza fino al parto. Così nell'*Anguis* come nella *Vipera* e nella *Coronella*, dove le uova negli stadî avanzati di sviluppo aumentano pure considerevolmente di volume (3), non si costituiscono mai formazioni placentari. Persiste durante tutta la gestazione sino al momento del parto un sottile guscio: di *Coronella* ho raccolto uova appena partorite con il feto completamente sviluppato e ancora circondate da cotesto sottile guscio. Il quale tanto in *Coronella* quanto in *Vipera* ed *Anguis* è fatto da un delicato intreccio di fibre simili a quelle che formano il guscio più spesso e più resistente degli ovipari come *Lacerta*, *Tropidonotus*, ecc., e trovasi interposto fra la superficie esterna dell' involucro sieroso e la superficie interna della camera incubatrice, la cui mucosa non offre differenze d' aspetto e di struttura nei due segmenti superiore e inferiore. Nemmeno profondi sono i cangiamenti strutturali che la

Fig. IV — Riproduce un lembo dell' allanto-corion di un feto di *Vipera aspis* presso al termine del suo sviluppo. Mostra la maniera di comportarsi delle ultime ramificazioni vascolari e la fitta rete derivante dalle loro espansioni capillari. Da una microfotografia. Ingrand. diam. 25.

(1) *Monit. Zool. Ital. Anno II. Firenze 1892.*

(2) *Ibid. Anno IV. Firenze 1893.*

(3) Ricordo per la *Vipera* che le uova ovariche mature hanno un asse maggiore di mm. 26-27 ed un asse minore di mm. 11-12, mentre le uova con il feto a termine raggiungono le dimensioni di mm. 34-38 nell' asse maggiore e di mm. 20-23 nell' asse minore.

mucosa subisce durante la gravidanza: le glandule si conservano sempre visibili in tutta la camera incubatrice, modificate solo in quanto sono svuotate del loro secreto e, schiacciate in seguito alla forte distensione, si allontanano l'una dall'altra: l'epitelio di rivestimento quantunque appiattito conserva gli elementi vibratili. Aumenta notevolmente la vascolarizzazione per cui si forma una ricchissima rete vascolare sub-epiteliale simile, sebbene non ugualmente fina, a quella veduta nel segmento superiore della matrice di *Gongylus*. L'allantoide, e di conseguenza l'allanto-corion, si estende sino al polo inferiore e avvolge completamente la faccia distale del sacco vitellino, onde il lecitoderma non viene più a trovarsi fra l'involucro sieroso e la parete distale del sacco vitellino, ma tra l'involucro sieroso e la lamina o parete esterna dell'allantoide, come del resto accade anche in *Lacerta* e in *Tropidonotus*. Manca un onfalo-corion. L'allanto-corion è riccamente vascolarizzato e la disposizione dei vasi e della rete capillare (Fig. IV nel testo) molto somiglia a quella di *Gongylus* e della parte liscia del corion di *Seps*. In *Vipera* però essa è anche più fina che non in *Anguis* e *Coronella*.

Confronti con gli ovipari.

Nelle uova di *Lacerta* e di *Tropidonotus* da me esaminate la rete vascolare dell'allanto-corion, il quale, mancando un onfalo-corion, avvolge completamente la faccia distale del sacco vitellino, è grossolana in confronto a quella dei vivipari e degli ovovivipari, perchè meno ricca, con capillari assai più ampi ed a maglie molto larghe, irregolari (1).

Conclusione.

Date le condizioni e i rapporti surriferiti, in *Gongylus ocellatus* come pure in *Trachydosaurus (T. asper)* e in *Cyclodus (C. Boddaertii)* si verificano disposizioni che sono intermedie fra quelle di *Anguis fragilis*, di *Vipera aspis* e di *Coronella austriaca* da un lato e quelle di *Seps chalcides* dall'altro lato. In *Anguis*, *Vipera aspis* e *Coronella* l'uovo è avvolto fino al momento del parto da un vero e proprio guscio, per quanto sottile, di struttura fibrosa, interposto fra il corion e la parete della camera incubatrice, la cui mucosa non mostra differenze di aspetto e di struttura nei due segmenti superiore e inferiore, ed i rapporti dell'uovo con la matrice sono tali che non si costituisce alcuna formazione placentare e soddisfano unicamente agli scambi respiratori tra madre e feto.

In *Gongylus ocellatus* e similmente in *Trachydosaurus* e *Cyclodus* il guscio sottilissimo, rappresentato da una membranella omogenea, di struttura non fibrosa, fornita all'uovo dalle

---

(1) Notevole è il fatto che il corion (allanto-corion) degli Uccelli è invece di gran lunga più riccamente vascolarizzato che nei Rettili ovipari con disposizione delle ultime ramificazioni vascolari e della rete capillare simile a quella dei Rettili vivipari, in confronto ai quali anzi le maglie della rete capillare sono assai più numerose, più fitte e per conseguenza così piccole da non comprendere di solito che una sola cellula ectodermica coriale.

glandule della mucosa dell' ovidutto, presto si lacera e i suoi resti si raccolgono al polo inferiore, dove, insieme alla sostanza elaborata dall' epitelio della mucosa del segmento inferiore della camera incubatrice, che, profondamente modificandosi, diviene un epitelio secernente, costituiscono un materiale nutritizio. Tra il polo distale del sacco vitellino coperto dall' onfalo-corion, che rivestito da un epitelio ectodermico cilindrico alto si solleva in piccole pliche, e la mucosa della regione centrale del segmento inferiore della camera incubatrice, che pure si solleva in pliche guernite dall' epitelio di rivestimento modificato, si stabiliscono intimi rapporti da interpretarsi come una placenta vitellina con le due parti fondamentali per ogni formazione placentare, l' una fetale od assorbente e l' altra materna o secernente. Al polo superiore mucosa dell' utero e involucro sieroso o, più precisamente, allanto-corion si mettono ad immediato contatto. In *Seps chalcides*, oltre a questo contatto, si verifica al polo superiore la formazione di una vera e propria placenta allantoidea, mentre al polo inferiore si forma pure una placenta vitellina simile a quella omonima del *Gongylus*.

Tenuto conto delle differenze che passano nella maniera di gestazione tra le specie prese in esame, queste si possono giustamente distinguere sotto un tale punto di vista, come parve anche ad Haacke, in: vere vivipare, quali *Seps chalcides*, *Gongylus ocellatus*, *Trachydosaurus* e *Cyclodus*, in cui lo sviluppo dell' uovo non si compie entro un involucro fornito dall' utero od ovidutto, ed in cui, possiamo aggiungere, si forma o soltanto una placenta vitellina od anche una placenta vitellina ed una allontoidea; ovovivipare, quali *Anguis fragilis*, *Vipera* e *Coronella austriaca*, in cui, sebbene lo sviluppo dell' uovo avvenga nell' ovidutto (utero), l' uovo stesso rimane circondato da un guscio fibroso, fornito dall' ovidutto, e mancano formazioni placentari propriamente dette. Alle une e alle altre, ossia alle specie vivipare e alle ovovivipare, si contrappongono le ovipare. Le vivipare offrono condizioni paragonabili a quelle di taluno dei Mammiferi vivipari anche elevati.

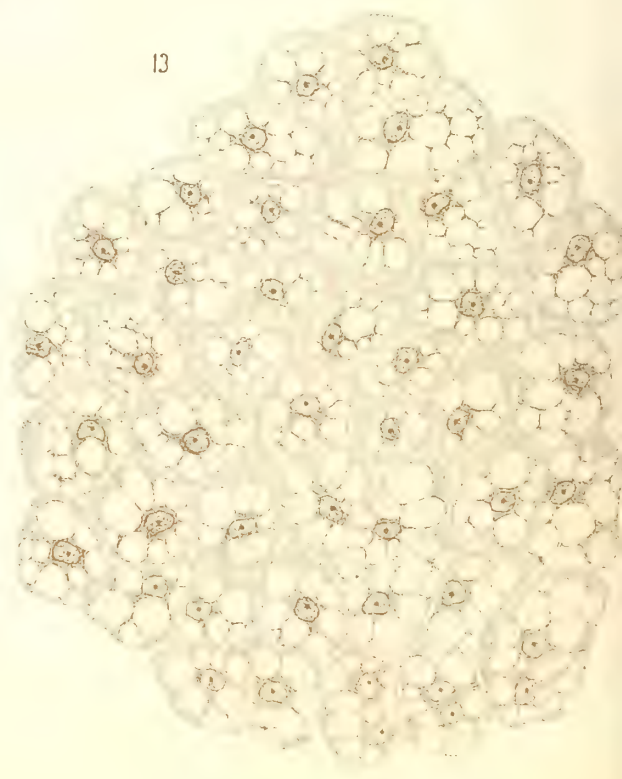
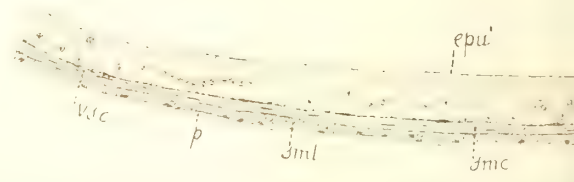
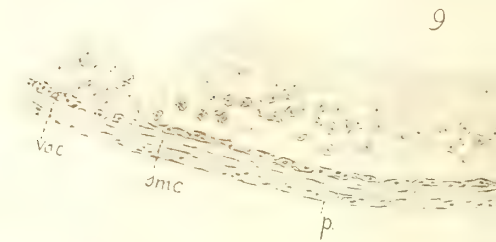
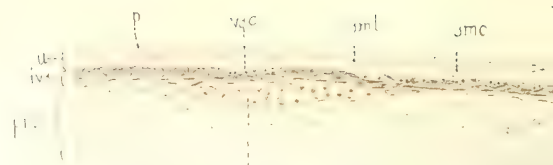
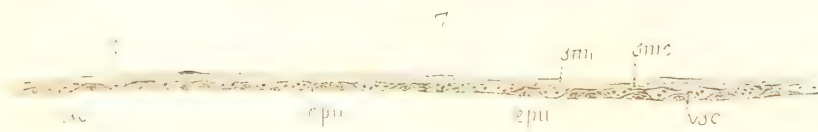
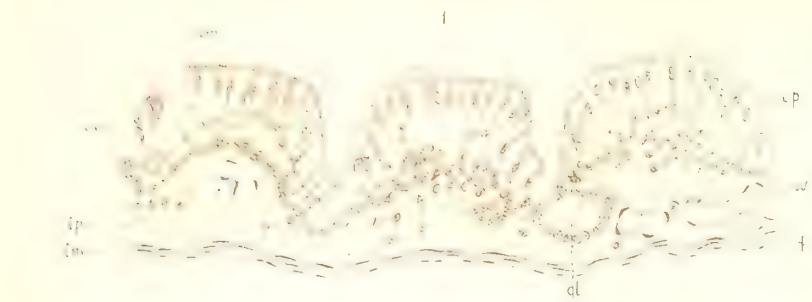
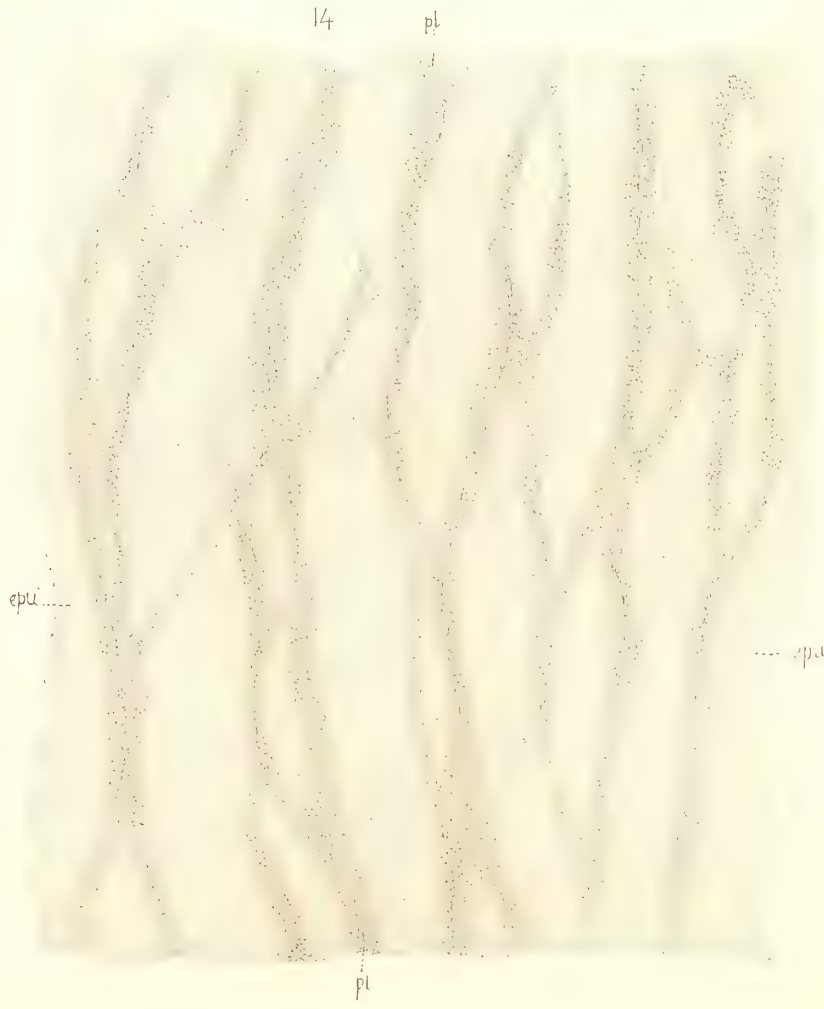
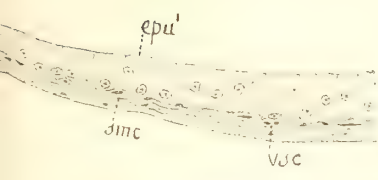
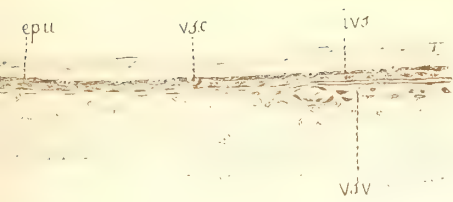
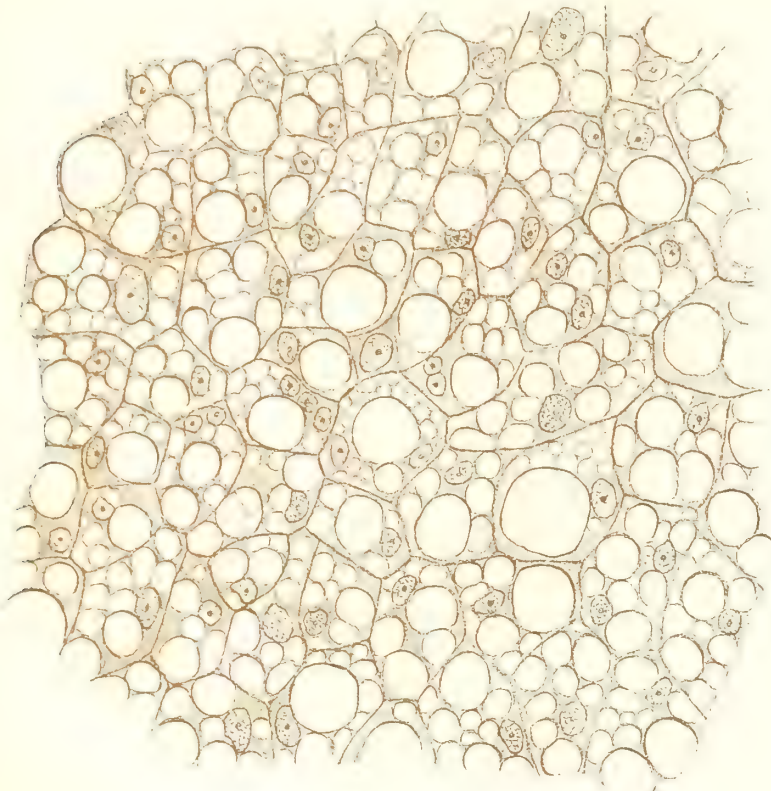
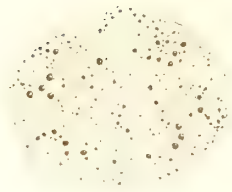
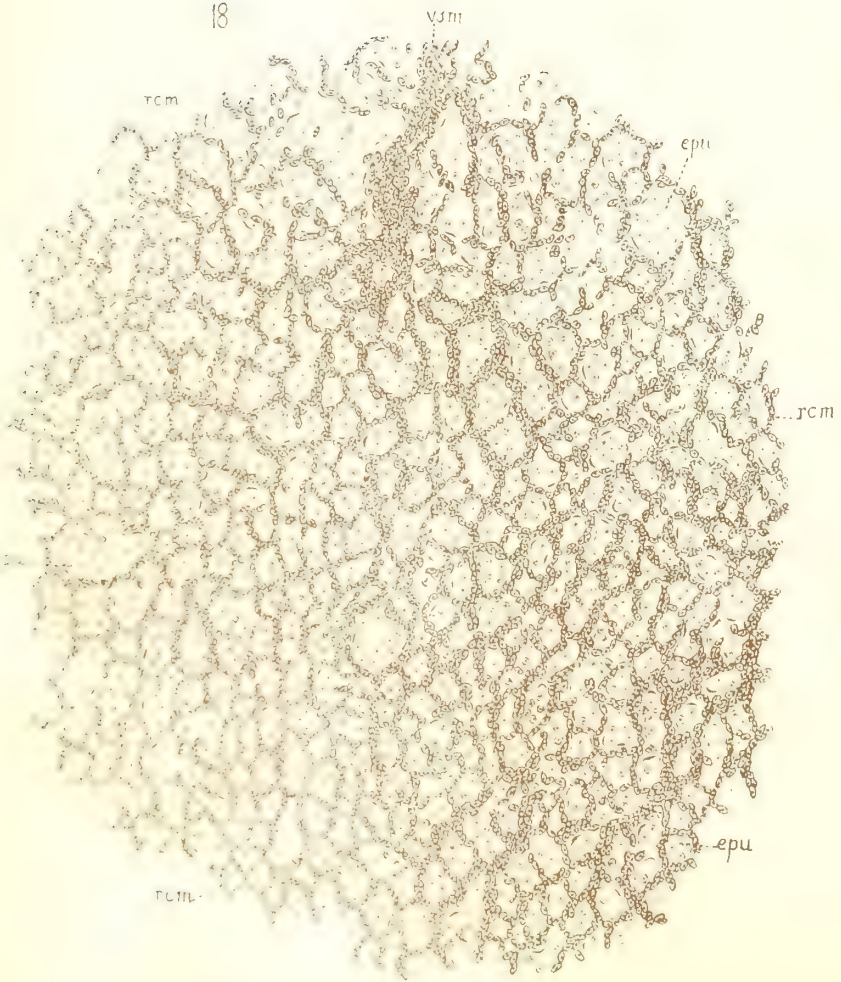
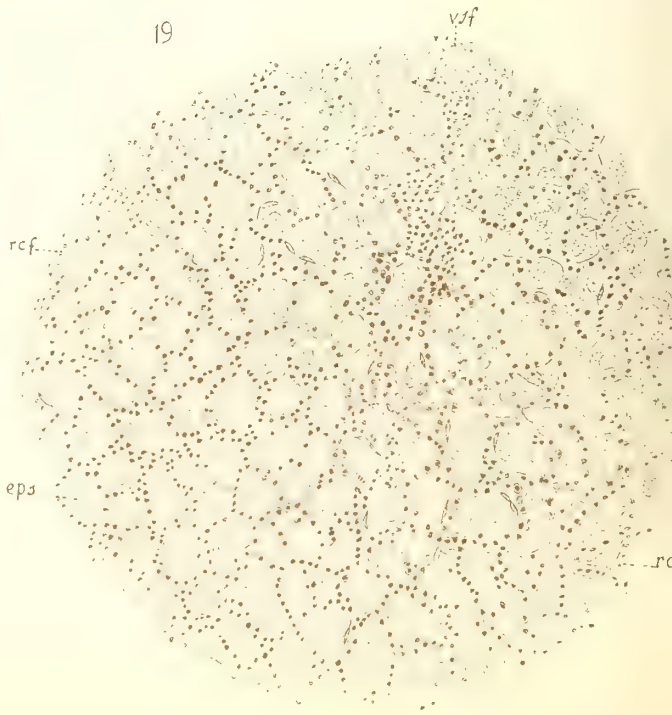
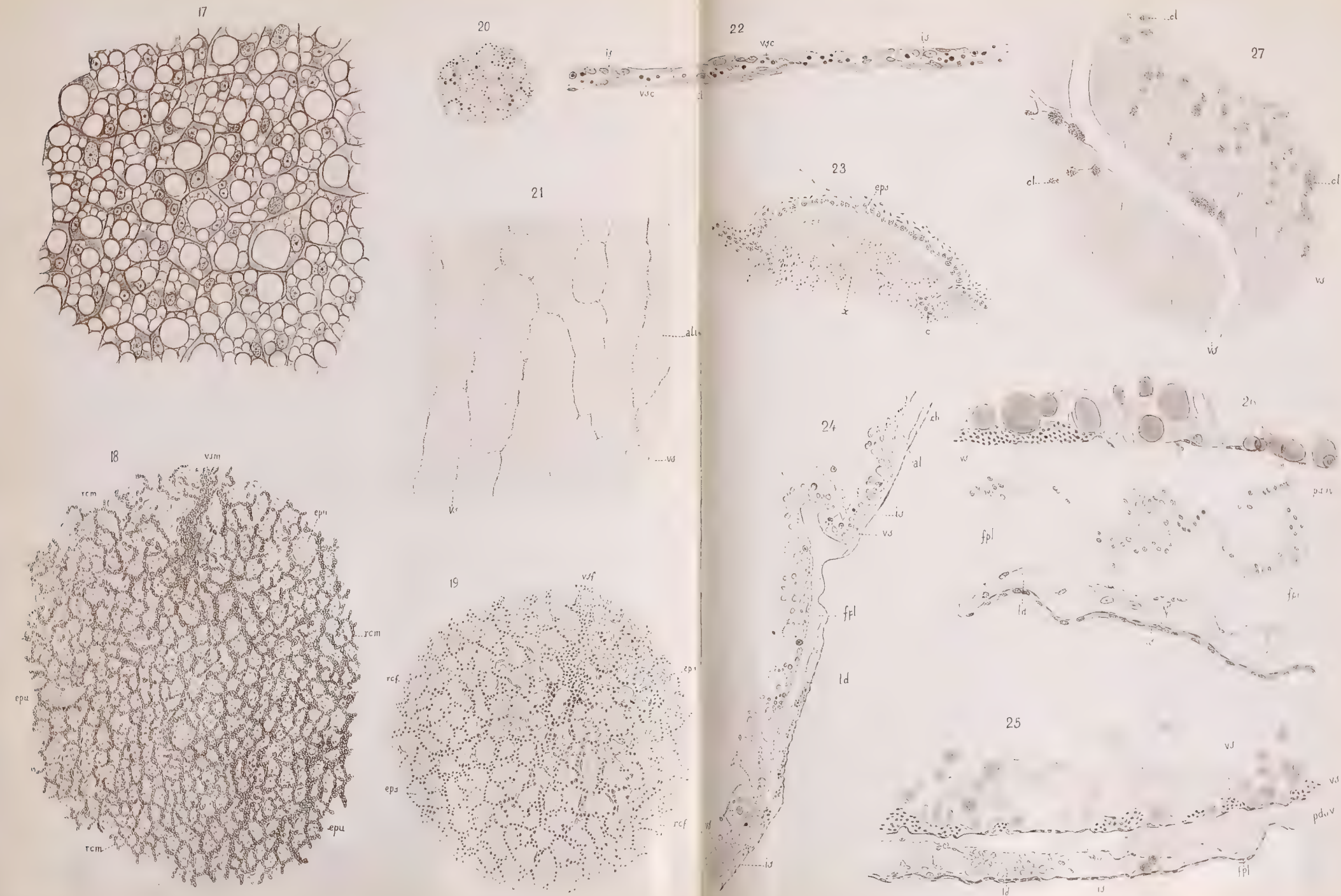
P. Gregori dis.

epu
vsc
ivs
vsv
tp
vsc
vsc
smc
vsc
epu'
smc
vsc
5
pl
16
pl
epu'
epu.
pl
14
pl
epu
epu'
pl

P. Gregori dis.

I. Gregori dis. fig. 17, 18, 20, 21.

22
vsc
is
23
eps
x
c
27
cl
cl
cl
vs
vs
24
ch
al
is
vs
fpl
ld
is
26
vs
pdsv
fpl
cl
fpl
ld
is
25
vs
vs
pdsv
fpl
ld
is

17
18
vsm
rcm
epu
rcm
epu
epu
rcm
19
vsf
rcf
ep
eps
rcf
20
21
al
vs
vs
22
is
vsc
vsc
is
23
eps
x
c
24
ch
al
is
vs
fpl
ld
vs
is
25
vs
vs
pduv
fpl
ld
is
26
vs
pdu
fpl
fpl
ld
27
cl
cl
cl
vs
vs

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Tutte le figure, eccettuata la figura 16, furono ritratte con l' aiuto della camera lucida Abbè Zeiss. Per le figure 19 e 21 valsero anche le relative microfotografie.

Nella figura 25 per difetto del cliché è venuto in mezza tinta il fondo che doveva essere chiaro.

TAVOLA I.

Fig. 1ª — Tratto d' una sezione trasversale della tuba. *ep*, epitelio che riveste la mucosa della tuba ed è costituito da cellule vibratili, *cv*, e da cellule mucipare, *cm*, intercalate le une alle altre; *gl*, otricolo glandulare; *tp*, tunica propria della mucosa; *vs*, vasi sanguiferi; *tm*, tunica muscolare; *p*, peritoneo (sierosa peritoneale). $\times$ 270.

Fig. 2ª — Sezione trasversale dell' utero, poco prima della gestazione. *ep*, epitelio di rivestimento della mucosa; *gl*, glandule; *tp*, tunica propria della mucosa; *vs*, vasi sanguiferi; *smc*, strato circolare e *sml*, strato longitudinale della tunica muscolare; *p*, peritoneo (sierosa peritoneale); *m*, mesometrio; *l*, membranella che connette il ligamento laterale (omesso nella figura) al margine esterno dell' ovidutto. $\times$ 70.

Le fig. 3, 4 e 5 furono ricavate da sezioni appartenenti alla serie dei tagli trasversali di un' intiera camera incubatrice o matrice con l' uovo, ad uno stadio precoce della gestazione. Lunghezza dell' embrione mm. 2-3,5.

Fig. 3ª — Un tratto della sezione perpendicolare del segmento superiore della camera incubatrice o matrice. *epu*, epitelio uterino od epitelio di rivestimento del segmento superiore della camera incubatrice; *vsc*, vasi sanguiferi capillari; *smc*, strato circolare, *sml*, strato longitudinale della tunica muscolare; *p* sierosa peritoneale. $\times$ 340.

Fig. 4ª — Un tratto della sezione perpendicolare del segmento inferiore della camera incubatrice. Il tratto è alquanto laterale rispetto al centro del segmento inferiore. *epu'*, epitelio uterino od epitelio di rivestimento della mucosa del segmento inferiore della camera incubatrice; *c*, creste delle pliche sezionate

trasversalmente (si vedano in proposito anche le fig. 14 e 15); *vs*, vasi sanguiferi. Le altre lettere come nella fig. precedente. × 340.

Fig. 5ª — Rappresenta un tratto della sezione trasversale del segmento superiore della camera incubatrice, *u*, in rapporto con l' involucro sieroso, *ivs*, e con la parete (intestinale) prossimale del sacco vitellino, *piv. epv*, epitelio od entoderma della parete prossimale del sacco vitellino; *vsv*, vasi sanguiferi vitellini. Lo stretto spazio chiaro tra parete prossimale del sacco vitellino e involucro sieroso rappresenta il celoma estraembrionale (celoma esterno) o blastodermico. *epu*, epitelio uterino (epitelio del segmento superiore della camera incubatrice); *vsc*, vasi sanguiferi capillari della matrice; *smc*, *sml*, strati circolare e longitudinale della tunica muscolare della matrice; *p*, sierosa peritoneale. × 205.

Le Fig. da 6 a 12 furono ricavate da sezioni appartenenti alla serie dei tagli trasversali d' una intiera camera incubatrice coll' uovo, allo stadio medio di gestazione.

Fig. 6ª — Tratto periferico del segmento superiore della camera incubatrice. *epu*, epitelio uterino (epitelio di rivestimento del segmento superiore della camera incubatrice); *vsc*, vasi sanguiferi capillari; *smc*, *sml*, strati circolare e longitudinale della tunica muscolare; *p*, sierosa peritoneale. × 250.

Fig. 7ª — Tratto della parte centrale del segmento superiore della camera incubatrice. Qui i vasi della rete capillare sono più numerosi e sporgono maggiormente contro l' epitelio. Le lettere come sopra. × 250.

Fig. 8ª — Altro tratto della parte centrale del segmento superiore della camera incubatrice. Qui i capillari sono anche più grossi e sporgono verso l' epitelio sino a farsi completamente superficiali, situandosi tra le cellule o le isole epiteliali. Le lettere come sopra. × 250.

Fig. 9ª — Tratto della parte centrale del segmento inferiore della camera incubatrice e in corrispondenza di una plica. *epu'*, epitelio uterino del segmento inferiore. Questo epitelio è costituito da cellule molto alte e con citoplasma fortemente vacuolizzato, specie nella loro porzione basale. *tp*, tunica propria della mucosa; *vsc*, vasi sanguiferi capillari. Le altre lettere come nelle fig. precedenti. × 250.

Fig. 10ª — Tratto periferico del segmento inferiore della camera incubatrice. Le lettere come sopra. × 250.

Fig. 11ª — Tratto ancor più periferico del segmento inferiore della camera incubatrice. Le lettere come sopra. × 250.

Come mostrano le figure 9, 10 e 11, le cellule dell' epitelio vanno facendosi più basse e meno vacuolizzate di mano in mano che si procede dalla

parte centrale verso la parte periferica del segmento inferiore, ossia di mano in mano che da questo ci si porta verso il segmento superiore.

Fig. 12ª — Tratto di passaggio tra il segmento inferiore e il superiore o viceversa. *epu'*, epitelio uterino (di rivestimento) del segmento inferiore; *epu*, idem del segmento superiore. Le altre lettere come sopra. × 250.

Fig. 13ª — Da un lembo del segmento inferiore della camera incubatrice visto in superficie. Stadio medio della gestazione. È riprodotta una piccola parte dello strato epiteliale in vicinanza del tratto di passaggio tra il segmento superiore e l' inferiore. Le cellule appariscono fortemente vacuolizzate. × 375.

Fig. 14ª — Da un lembo del segmento inferiore della camera incubatrice, in stadio precoce della gestazione. Mostra le pliche, *pl*, della mucosa (in corrispondenza della placenta materna); *epu'*, epitelio uterino od epitelio di rivestimento del segmento inferiore, le cui cellule non sono ancora vacuolizzate. × 90.

Fig. 15ª — Vi è riprodotta a debole ingrandimento la parte centrale del segmento inferiore d' una camera incubatrice a stadio precoce della gestazione. Nella regione di mezzo si vede un insieme di pliche (placenta materna) a guisa di papille o di villosità e ai lati di quest' area altre pliche che vanno decorrendo in senso trasversale. In alto e in basso della figura la parte ristretta dei tratti di utero intermedî fra camera e camera incubatrice. × 10.

Fig. 16ª — Lembo d' una parte ai lati dell' area centrale del segmento inferiore d' una camera incubatrice allo stadio medio della gestazione. Visto in superficie per mostrare le pliche, *pl*, della mucosa (placenta materna). *epu'*, epitelio uterino o di rivestimento del segmento inferiore, costituito da cellule vacuolizzate. × 115.

TAVOLA II.

Fig. 17ª — Da un lembo della parte centrale del segmento inferiore d' una camera incubatrice a stadio piuttosto avanzato della gestazione, visto in superficie. È riprodotta una piccola parte dell' epitelio con cellule a citoplasma fortemente vacuolizzato con grandi vacuoli. Alcune di queste cellule mostrano il nucleo notevolmente voluminoso. × 270.

Fig. 18ª — Dal segmento superiore, visto in superficie, di una camera incubatrice a stadio discretamente avanzato di gestazione. Mostra la ricca rete vascolare materma o rete capillare materna, *rcm*. In *vsm* un vaso sanguifero materno, un tronchicino arterioso che quasi d' un tratto si espande in numerosi capillari. Nelle maglie della rete capillare sono comprese isole epiteliali, *epu*, dell' epitelio uterino (epitelio del segmento superiore della matrice), alle quali sta strettamente

addossato l' endotelio dei vasi. I capillari e l' epitelio appariscono situati in un medesimo piano. × 140.

Fig. 19ª — Dall' allanto-corion, visto in superficie, di un uovo a medio grado di sviluppo. Mostra la ricca rete vascolare fetale o rete capillare fetale, *rcf*. In *vsf* un tronchicino vascolare che si risolve quasi d' un tratto in numerosi capillari (espansione capillare). Nelle maglie della rete capillare si veggono comprese isole epiteliali, *eps*, dell' epitelio od ectoderma dell' involucro sieroso, alle quali sta strettamente addossato l' endotelio dei vasi. L' epitelio e i capillari appariscono situati in un medesimo piano. Tolta da una microfotografia. × 240.

Fig. 20ª — Rappresenta un gruppo di cellule, un' isola epiteliale, dell' epitelio del segmento superiore d' una camera incubatrice agli ultimi stadî di gravidanza. Visto in superficie. Fissazione in liq. di Hermann, senza alcuna ulteriore colorazione, chiusura in glicerina. Il citoplasma delle cellule contiene piccole gocciolette di adipe annerite dall' acido osmico. × 354.

Fig. 21ª — Da un lembo, visto in superficie, della lamina interna dell' allantoide di un uovo a medio grado di sviluppo. *ali*, lamina o parete interna dell' allantoide; *vs*, vasi sanguiferi che vi formano una scarsa rete vascolare a maglie molto ampie, irregolari. Alcuni di questi vasi sono in via di scomparsa od obliterati. Tolta da una microfotografia. × 36.

Le fig. da 22 a 26 furono ricavate da sezioni appartenenti alla serie dei tagli trasversali (rispetto all' asse longitudinale dell' ovidutto) di un uovo a medio grado di sviluppo, contenuto nella rispettiva camera incubatrice.

Fig. 22ª — Tratto d' una sezione perpendicolare dell' allanto-corion. *is*, epitelio od ectoderma dell' involucro sieroso che forma come delle isole tra i vasi sanguiferi capillari, *vsc*, i quali a loro volta sporgono verso l' epitelio; *al*, lamina o parete esterna dell' allantoide rivestita alla sua superficie da un epitelio a cellule piatte. × 430.

Fig. 23ª — Tratto di una sezione perpendicolare dell' onfalo-corion in corrispondenza del polo inferiore. *eps*, epitelio od ectoderma dell' involucro sieroso che qui è fatto da cellule cilindriche alte, dall' aspetto di cellule assorbenti (placenta vitellina fetale); *c*, creste delle pliche dell' onfalo-corion, colpite tangenzialmente dal taglio. *x*, sostanza costituita in parte dai resti del guscio e in parte dal prodotto di secrezione dell' epitelio a cellule vacuolizzate del segmento inferiore della camera incubatrice. In detta sostanza sono immersi nuclei e cellule in via di disfacimento. × 240.

Fig. 24ª — Rappresenta il tratto di passaggio tra il segmento superiore e il segmento inferiore dell' uovo, del quale segmento inferiore è riprodotta una buona parte. *ch*, allanto-corion; *al*, allantoide al suo limite inferiore, dove la sua lamina o

parete esterna si riflette sull' interna e viceversa. La lamina interna è addossata alla parte superiore della parete del sacco vitellino. *is*, involucro sieroso; *ld*, lecitoderma; *fpl*, fessura o spazio perilecitale. A sinistra del lecitoderma e della fessura perilecitale è disegnata la parete propria distale del sacco vitellino. In alto, ossia alla sua parte superiore o periferica per mezzo della quale si congiunge alla massa vitellina, il lecitoderma è assai sottile, perchè costituito soltanto da cellule appiattite prive di vitello. *vs*, vasi sanguiferi. $\times$ 75.

Fig. 25ª — Rappresenta un tratto della parte periferica del segmento inferiore dell' uovo. *ld*, lecitoderma, il quale a sinistra si continua con la sua parte assottigliata che lo congiunge alla massa vitellina. Delle cellule del lecitoderma alcune contengono numerosi globuli vitellini, altre contengono pochi globuli vitellini e grosse gocciole di grasso. *is*, involucro sieroso col suo ectoderma; *fpl*, fessura o spazio perilecitale, al disopra della quale sta la parete propria distale, *pdsv*, del sacco vitellino, di cui si veggono i vasi. $\times$ 175. In questa figura, per difetto del cliché, è venuto in mezza tinta il fondo che doveva essere chiaro.

Fig. 26ª — Un tratto della regione periferica del segmento inferiore dell' uovo. Nella fessura perilecitale, *fpl*, sono contenute cellule libere, *cl*, isolate od aggruppate. *ld*, lecitoderma le cui cellule contengono grosse gocciole di grasso; *is*, involucro sieroso col suo ectoderma; *pdsv*, parete propria distale del sacco vitellino; *vs*, vaso sanguifero. $\times$ 250.

Fig. 27ª — Da un lembo della parete prossimale del sacco vitellino di un uovo verso gli ultimi stadî di sviluppo. Mostra numerosi cumuli di cellule linfoidi, *cl*. *vs*, vasi sanguiferi arteriosi con la parete dei quali sono in rapporto la maggior parte dei cumuli linfoidi. $\times$ 75.

INDICE

Finito di stampare

Novembre 1906

INDICE